

# IEM

The Institution of Engineers, Malaysia

## **GARIS PANDUAN IEM**

# **Pencegahan dan Kawalan Denggi**

EDISI PERTAMA, APRIL 2022



## **GARIS PANDUAN IEM**

# **Pencegahan dan Kawalan Denggi**

EDISI PERTAMA, APRIL 2022

**PENYUNTING**

**HAYATI ABDULLAH**

**CHANG CHUN KIAT**

**PENTERJEMAH**

**WAN ALIA ATHIRA NAZARI**

**HAZWANI MOHD ZAHAR**

*Terbitan: Institusi Jurutera Malaysia*

Bangunan Ingenieur, Lot 60/62, Jalan 52/4, Peti Surat 223 (Jalan Sultan), 46720 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

Tel: (603) 7968 4001/4002 Fax: (603) 7957 7678

Emel: [sec@iem.org.my](mailto:sec@iem.org.my)

Laman sesawang: <http://www.myiem.org.my>

## NOTIS DAN PENAFIAN LIABILITI MENGENAI PENGGUNAAN GARIS PANDUAN IEM

Institusi Jurutera Malaysia (IEM) tidak bertanggungjawab untuk sebarang kecederaan peribadi, harta benda, atau kerosakan lain dalam apa jua bentuk, sama ada secara tidak sengaja, berbangkit atau pampasan, secara langsung atau tidak langsung, yang berpunca daripada penerbitan, penggunaan atau pergantungan pada Garis Panduan IEM. IEM juga tidak memberi jaminan atau waranti terhadap kecukupan, ketepatan, pengawasan atau kesempurnaan sebarang maklumat yang diterbitkan di sini.

Dalam menerbitkan dan menyediakan Garis Panduan IEM, IEM tidak memberi jaminan untuk memberikan perkhidmatan profesional atau perkhidmatan lain untuk atau bagi pihak mana-mana individu atau entiti. Mana-mana pihak yang menggunakan dokumen ini atau membuat rujukan kepada dokumen ini harus bergantung pada justifikasi sendiri atau mengikut kesesuaian, mendapatkan nasihat profesional yang kompeten dalam menentukan pelaksanaan penjagaan yang munasabah dalam apa jua keadaan.

Dokumen ini hendaklah digunakan untuk melengkapkan undang-undang berkanun sedia ada, keperluan pihak berkuasa, standard, kod amalan dan garis panduan. IEM tidak mempunyai kuasa dan tidak melaksanakan, untuk menguatkuasakan pematuhan dengan kandungan Garis Panduan IEM. IEM juga tidak menyenaraikan, mengesahkan, menguji, atau memeriksa produk, reka bentuk, pemasangan atau kerja pentauliahan yang dijalankan bagi pematuhan dokumen ini. Sebarang pensijilan atau pernyataan pematuhan lain terhadap keperluan dokumen ini tidak boleh dikaitkan dengan IEM dan menjadi tanggungjawab penuh pembuat pernyataan itu.

### HAK CIPTA TERPELIHARA

Tidak dibenarkan mengeluarkan ulang mana-mana bahagian teks, ilustrasi dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan dengan apa jua cara sama ada secara elektronik, mekanikal, fotokopi, rakaman atau cara lain kecuali dengan izin bertulis daripada Institusi Jurutera Malaysia.

**Terbitan: Institusi Jurutera Malaysia**

Bangunan Ingenieur, Lot 60/62, Jalan 52/4, Peti Surat 223 (Jalan Sultan), 46720 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

Tel: (603) 7968 4001/4002 Fax: (603) 7957 7678

Emel: [sec@iem.org.my](mailto:sec@iem.org.my)

Laman sesawang: <http://www.myiem.org.my>

# KANDUNGAN

---

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>KATA ALUAN PRESIDEN</b>                                         | <b>6</b>  |
| <b>PRAKATA</b>                                                     | <b>7</b>  |
| <b>PENGHARGAAN</b>                                                 | <b>8</b>  |
| <b>AHLI PASUKAN PETUGAS</b>                                        | <b>9</b>  |
| <b>SENARAI PENULIS</b>                                             | <b>10</b> |
| <b>SKOP</b>                                                        | <b>11</b> |
| <b>SINGKATAN</b>                                                   | <b>12</b> |
| <br>                                                               |           |
| <b>1. PENGENALAN</b>                                               | <b>13</b> |
| 1.1 Demam Denggi                                                   |           |
| 1.2 Pencegahan dan Kawalan                                         |           |
| 1.3 Ringkasan Garis Panduan IEM bagi Pencegahan dan Kawalan Denggi |           |
| <br>                                                               |           |
| <b>2. PERANCANGAN GUNA TANAH</b>                                   | <b>20</b> |
| 2.1 Pengenalan                                                     |           |
| 2.2 Tumbuh-tumbuhan /Taman                                         |           |
| 2.3 Sumber Pertanian                                               |           |
| <br>                                                               |           |
| <b>3. PENGURUSAN AIR LARIAN HUJAN &amp; SISTEM BERKAITAN</b>       | <b>25</b> |
| 3.1 Pengenalan                                                     |           |
| 3.2 Sistem Penyaluran Air Larian Hujan                             |           |
| 3.3 Alur Masuk Saliran                                             |           |
| 3.4 Kolam dan Tasik                                                |           |
| 3.5 Tanah Bencah Buatan                                            |           |
| 3.6 Struktur Air Larian Hujan Bawah Tanah                          |           |
| 3.7 Sungai Semulajadi/Alur/Saluran Air                             |           |
| <br>                                                               |           |
| <b>4. SISTEM BEKALAN AIR</b>                                       | <b>45</b> |
| 4.1 Pengenalan                                                     |           |
| 4.2 Tempat Pembiakan Yang Berpotensi                               |           |

|           |                                                                                              |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3       | Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk                                                     |           |
| 4.4       | Operasi dan Penyelenggaraan                                                                  |           |
| 4.5       | Penyahtauliahkan Infrastruktur Air                                                           |           |
| <b>5.</b> | <b>SISTEM PEMBETUNGAN</b>                                                                    | <b>53</b> |
| 5.1       | Pengenalan                                                                                   |           |
| 5.2       | Tempat Pembiakan Yang Berpotensi                                                             |           |
| 5.3       | Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk                                                     |           |
| 5.4       | Operasi dan Penyelenggaraan                                                                  |           |
| 5.5       | Penyahtauliahkan Infrastruktur Pembetulan                                                    |           |
| <b>6.</b> | <b>BANGUNAN DAN SISTEM MEKANIKAL (DALAM BANGUNAN)</b>                                        | <b>62</b> |
| 6.1       | Pengenalan                                                                                   |           |
| 6.2       | Tempat Pembiakan Yang Berpotensi                                                             |           |
| 6.3       | Sistem Perpaipan, Kolam Renang dan Perkhidmatan Sokongan                                     |           |
| 6.4       | Sistem Basah Pemadam Kebakaran & Sistem Penyamanan Udara (termasuk menara penyejuk)          |           |
| 6.5       | Talang Bumbung (termasuk Sistem Penuaian Air Hujan - SPAH)                                   |           |
| 6.6       | Longkang Perimeter Dalaman, Parit Erong dan Takungan Ruang Bawah Tanah (termasuk lubang lif) |           |
| 6.7       | Sistem Sanitari Bangunan                                                                     |           |
| <b>7.</b> | <b>TAPAK PEMBINAAN</b>                                                                       | <b>76</b> |
| 7.1       | Pengenalan                                                                                   |           |
| 7.2       | Tempat Pembiakan Yang Berpotensi                                                             |           |
| 7.3       | Langkah-langkah Pencegahan dan Kawalan                                                       |           |
| 7.3.1     | Garis Panduan Am                                                                             |           |
| 7.3.2     | Pelan Kerja Tanah & Pelan Kawalan Hakisan dan Sedimen (ESCP)                                 |           |
| 7.3.3     | Penyimpanan Bahan Binaan                                                                     |           |
| 7.3.4     | Loji dan Peralatan                                                                           |           |
| 7.3.5     | Hak laluan/Rizab                                                                             |           |
| 7.3.6     | Kuarters Kakitangan                                                                          |           |
| 7.4       | Peruntukan Kawalan & Pencegahan Nyamuk dalam Dokumen Kontrak                                 |           |
| 7.5       | Senarai Semak Bagi Kawalan Tempat Pembiakan Nyamuk di Tapak Pembinaan                        |           |

|                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>8. PENGURUSAN SISA</b>                                                                               | <b>86</b>  |
| 8.1 Pengenalan                                                                                          |            |
| 8.2 Tempat Pembiakan Yang Berpotensi                                                                    |            |
| 8.3 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk                                                            |            |
| 8.4 Operasi dan Penyelenggaraan                                                                         |            |
| 8.5 Tapak Pelupusan Sanitari/Tapak Pelupusan Pasca Penutupan                                            |            |
| <b>9. KAWALAN KIMIA</b>                                                                                 | <b>93</b>  |
| 9.1 Pengenalan                                                                                          |            |
| 9.2 Kawalan Dewasa                                                                                      |            |
| 9.3 Kawalan Pembiakan                                                                                   |            |
| 9.4 Kawalan Kimia dalam Pelan Reka Bentuk Kebersihan                                                    |            |
| <b>10. KAWALAN BIOLOGI</b>                                                                              | <b>102</b> |
| 10.1 Pengenalan                                                                                         |            |
| 10.2 Pemangsa                                                                                           |            |
| 10.3 Bakteria                                                                                           |            |
| 10.4 Tumbuhan Penghalau Nyamuk                                                                          |            |
| 10.5 Nyamuk Yang Diubahsuai Secara Genetik                                                              |            |
| <b>11. PENGEMASAN DAN SOSIAL</b>                                                                        | <b>110</b> |
| 11.1 Pengenalan                                                                                         |            |
| 11.2 Prinsip Pencegahan                                                                                 |            |
| 11.3 Perancangan Sosial                                                                                 |            |
| 11.4 Mobilisasi Sosial                                                                                  |            |
| 11.5 Pengemasan Di Tempat Pembiakan Yang Berpotensi                                                     |            |
| 11.6 Peranan Jurutera Dalam Pencegahan Denggi                                                           |            |
| <b>RUJUKAN</b>                                                                                          | <b>124</b> |
| <b>LAMPIRAN: PERANAN DAN KETERLIBATAN JURUTERA DALAM KOMUNITI KE ARAH PENCEGAHAN DAN KAWALAN DENGGI</b> | <b>129</b> |
| <b>SENARAI SEMAK KAWALAN TEMPAT PEMBIAKAN NYAMUK DI TAPAK PEMBINAAN</b>                                 | <b>136</b> |

## **KATA ALUAN oleh Presiden Ir. Ong Ching Loon**

Demam denggi telah menjadi ancaman besar terhadap kesihatan di kawasan tropika dan subtropika, termasuk Malaysia. Vektor virus ini, nyamuk aedes aegypti, telah merebak secara meluas beberapa dekad yang lalu akibat perubahan iklim global dan faktor-faktor lain. Walaupun majoriti penduduk menyedari perkara ini, masih ada yang tidak mengetahui langkah-langkah berkesan menghapuskan nyamuk Aedes dari persekitaran kediaman. Kesannya, puluhan ribu orang di Malaysia dijangkiti virus ini setiap tahun dan sesetengahnya mengakibatkan kematian.

Sebagai pertubuhan organisasi profesional yang terbesar, kami berhasrat untuk memajukan ilmu kejuruteraan merentasi semua disiplin bagi menggalakkan pertumbuhan ekonomi yang mampan dan meningkatkan kualiti hidup secara keseluruhan. Kami di IEM berhasrat untuk mewujudkan garis panduan dan standard yang belum ada pada masa ini menggunakan pengetahuan dan kepakaran ahli kami dalam pelbagai disiplin kejuruteraan, di mana garis panduan atau buku panduan tersebut boleh diguna pakai oleh industri kejuruteraan bukan sahaja di Malaysia malahan di peringkat antarabangsa.

Saya berbesar hati menyaksikan Garis Panduan Pencegahan dan Kawalan Denggi dari perspektif kejuruteraan dapat diterbitkan mengikut masa yang ditetapkan. Di kesempatan ini, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada seluruh ahli pasukan petugas kerana berjaya menyelesaikan tugas yang cukup bermakna ini. Pasukan yang diketuai oleh bekas Presiden IEM, YBhg. Dato' Ir. Lim Chow Hock, telah menunjukkan kepakaran yang luar biasa, berdasarkan pengalaman beliau yang cemerlang sebagai bekas Pengarah Kanan di Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia. Beliau telah banyak membantu dalam mengatasi pelbagai cabaran sepanjang penghasilan manuskrip ini.

Semoga penghasilan Garis Panduan ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak berkepentingan termasuk pihak berkuasa, pemaju, perunding, kontraktor, pengendali sistem, pakar penyelenggaraan serta penduduk setempat dalam memastikan persekitaran yang lebih sihat untuk semua. Kekuatan rantai ditentukan oleh pautan yang paling lemah. Hanya apabila mereka yang paling terdedah di kalangan kita dilindungi secara berkesan daripada ancaman denggi, barulah kita dapat pastikan bahawa kita benar-benar bebas dari wabak berpanjangan ini. Setiap individu perlu memainkan peranan dalam perjuangan menentang denggi ini. Dengan penerbitan Garis Panduan ini, saya amat berharap ia akan diterima secara meluas di peringkat nasional dan serantau.

Tahniah dan syabas kepada pasukan petugas atas komitmen dan kerja keras dalam menyediakan garis panduan mengenai pencegahan dan kawalan denggi ini. Kami di IEM sangat menghargai usaha anda dalam menjadikan Malaysia dan dunia tempat yang lebih baik dan selamat untuk didiami.

Terima kasih.

## PRAKATA

Denggi adalah penyakit bawaan nyamuk di kawasan tropika. Di Malaysia, kes denggi merupakan antara yang tertinggi dalam kalangan negara-negara wilayah Pasifik Barat. Aspek penting dalam usaha membanteras denggi adalah dengan menghapuskan tempat pembiakan nyamuk Aedes. Oleh kerana nyamuk Aedes membiak di kawasan air bertakung, jurutera perlu memastikan bangunan dan infrastruktur bebas dari habitat pembiakan nyamuk tersebut.

Garis Panduan ini disediakan sebagai rujukan teknikal dan kaedah perancangan dalam mengawal pembiakan nyamuk dari pelbagai perspektif kejuruteraan. Ia mengambil kira pendekatan holistik dalam memberikan pertimbangan untuk pencegahan dan kawalan denggi dari semua aspek kerja kejuruteraan melalui perancangan, reka bentuk, pembinaan, pengurusan, operasi dan penyelenggaraan bangunan serta infrastruktur.

Garis Panduan ini bertujuan untuk membantu jurutera, perunding, pemaju, pengendali tapak pembinaan, pemeriksa tapak, pihak berkuasa tempatan, agensi kerajaan, ahli akademik dan pihak-pihak berkepentingan yang berkaitan dengan kejuruteraan dalam memastikan bangunan dan infrastruktur bebas dari tempat pembiakan Aedes.

Garis Panduan ini disediakan untuk memberi penekanan kepada tempat-tempat pembiakan yang berpotensi dan memfokuskan kepada pertimbangan perancangan dan reka bentuk serta keperluan operasi dan penyelenggaraan dalam topik-topik tertentu yang berkaitan dengan perancangan guna tanah, pengurusan air larian hujan dan sistem berkaitan, bekalan air, pembetulan, bangunan, dan sistem mekanikal (dalam bangunan), tapak pembinaan dan pengurusan sisa. Tapak pembinaan menjadi tumpuan utama dalam garis panduan ini kerana tapak pembinaan merupakan penyumbang utama kepada penularan denggi. Pertimbangan kawalan kimia dan biologi dari perspektif kejuruteraan turut disediakan. Garis Panduan ini diakhiri dengan cadangan dalam aspek pengemasan dan sosial memandangkan tingkah laku individu yang bertanggungjawab akan memastikan keberkesanan dan kelestarian amalan kejuruteraan yang baik dalam pencegahan dan kawalan denggi.

IEM terus memainkan peranan aktif dalam membantu kerajaan membasmi denggi demi kebaikan masyarakat dan diharapkan semua jurutera akan terus menyokong dan menyumbang kepada usaha-usaha ini.

*“Bersama-sama Kami Membanteras Denggi”*

Terima kasih.

**Pasukan Editorial**

## PENGHARGAAN

Panduan ini adalah hasil usaha bersama semua ahli Pasukan Petugas Denggi IEM. Antara peneraju inisiatif pencegahan denggi di IEM ialah Timbalan Pengerusi Pasukan Petugas, Ir. John Cheah Kam Loong, yang merupakan bekas Jurutera Kesihatan Awam dan bekas Gabenor Daerah bagi Rotary *International District* 3310. Beliau juga merupakan ahli Jawatankuasa Tindakan Endemik Denggi Negeri Johor. Beliau berperanan penting dalam pelaksanaan pelbagai kempen anti-Denggi di pelbagai peringkat termasuk persidangan, Kerajaan Negeri, Majlis Perbandaran, sekolah dan kawasan perumahan.

Pada tahun 2010, mantan Menteri Kesihatan Malaysia, Tan Sri Dato' Sri Liow Tiong Lai memberikan dana COMBI sejumlah RM10,000 kepada Kelab Rotary Johor Bahru untuk mengkaji "Mengapa Denggi". Menyedari hakikat bahawa para jurutera berperanan dalam usaha membanteras denggi, IEM (Cawangan Selatan), di bawah kepemimpinan Profesor Madya Ir. Dr. Hayati Abdullah, membentuk Jawatankuasa Khas Kawalan Denggi pada tahun 2015. Diketuai oleh Ir. John Cheah Kam Loong, jawatankuasa ini telah bekerjasama dengan Kelab Rotary Johor Bahru. Sebelum pembentukan jawatankuasa tersebut, Persidangan Antarabangsa tentang Situasi Denggi dan Pengawalannya telah dianjurkan secara bersama oleh IEM (Cawangan Selatan), Rotary International dan Universiti Teknologi Malaysia pada tahun 2014. Penerbitan Panduan ini adalah bukti komitmen yang berterusan daripada para jurutera dalam perang melawan denggi.

Panduan ini adalah hasil daripada kebijaksanaan dan kecekapan semua ahli Pasukan Petugas selama satu setengah tahun. Jutaan terima kasih kepada semua ahli Pasukan Petugas atas komitmen yang diberikan dalam menyediakan Panduan ini, terutama para penulis bagi setiap bab. Setinggi penghargaan kepada Profesor Madya Ir. Dr. Hayati binti Abdullah dan Ir. Dr. Chang Chun Kiat khususnya, atas bantuan yang diberikan dalam proses penyuntingan. Penghargaan juga diberikan kepada staf sekretariat IEM, Encik Gabriel Lim dan lain-lain yang telah membantu menyelaras dan menyusun penyediaan Panduan ini. Akhir sekali, pandangan dan input daripada ahli IEM dan wakil-wakil dari pihak berkuasa tempatan, agensi kerajaan, dan persatuan profesional yang turut serta amat dihargai.

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengenang Puan Zainun Rani, eksekutif sekretariat yang meninggal dunia akibat COVID-19 pada pertengahan Ogos 2021. Beliau merupakan ahli pasukan yang terlibat secara langsung dan telah memberikan komitmen yang luar biasa.

**Dato' Ir. Lim Chow Hock**

**Pengerusi**

**Pasukan Petugas Garis Panduan IEM Pencegahan dan Kawalan Denggi**

## **AHLI PASUKAN PETUGAS Garis Panduan IEM Pencegahan dan Kawalan Denggi**

### **Pengerusi**

YBhg. Dato' Ir. Lim Chow Hock

### **Timbalan Pengerusi**

Ir. Cheah Kam Loong, John

### **Setiausaha**

Prof. Madya Ir. Dr. Hayati binti Abdullah

### **Ahli-Ahli**

Ir. Gary Lim Eng Hwa (Bahagian Teknikal Perkhidmatan Bangunan)

Profesor Ir. Dr. Teo Fang Yenn (Bahagian Teknikal Kejuruteraan Alam Sekitar)

Dr. Abd. Rahman bin Abdul Rahim (Bahagian Teknikal Pengurusan Projek)

Ir. Gunasagaran Kristnan (Bahagian Teknikal Kejuruteraan Lebuhraya & Pengangkutan)

Ir. Low Kai Wah (Bahagian Teknikal Kejuruteraan Awam & Struktur)

Ir. Vincent Khaw Wei Chuen (Bahagian Teknikal Kejuruteraan Kimia)

Dr. Ho Kah Chun (Bahagian Teknikal Kejuruteraan Kimia)

Ir. Tajul Ariffin bin Mohamed Nori (Bahagian Teknikal Kejuruteraan Mekanikal)

Ir. Kamalesen Chandrasekaran (Bahagian Teknikal Sumber Air)

Ir. John Lim Chee Kiang (Bahagian Teknikal Sumber Air)

YBhg. Dato' Ir. Wan Nazari bin Wan Jusoh (Cawangan Terengganu)

YBhg. Dato' Ir. Mohd. Noh bin Haji Ibrahim (Cawangan Selatan & Kelab Rotary Johor Bahru)

Ir. Thayala Rajah C. Selvaduray (Cawangan Selatan)

Ir. Yau Ann Nian (Cawangan Penang)

Ir. Dr. Chang Chun Kiat (Cawangan Pulau Pinang)

Ir. Dr. Mohamad Shaiful Ashrul bin Ishak (Cawangan Kedah-Perlis)

Ir. Yeong Chin Chow, Simon (Cawangan Perak)

Ir. Chong Chee Yen (Cawangan Negeri Sembilan)

Ir. Chin Tet Fu, Willy (Cawangan Sabah)

En. Gabriel Lim (Sekretariat Ibu Pejabat IEM)

**SENARAI PENULIS bagi Garis Panduan IEM Pencegahan dan Kawalan Denggi**

| <b>BAB</b>                                          | <b>PENULIS</b>                                                                                          |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Pengenalan                                       | YBhg. Dato' Ir. Lim Chow Hock<br>Ir. Cheah Kam Loong, John<br>Prof. Madya Ir. Dr. Hayati binti Abdullah |
| 2. Perancangan Guna Tanah                           | Ir. Dr. Chang Chun Kiat                                                                                 |
| 3. Pengurusan Air Larian Hujan dan Sistem Berkaitan | Profesor Ir. Dr. Teo Fang Yenn<br>Ir. Dr. Chang Chun Kiat<br>Ir. Chong Chee Yen                         |
| 4. Sistem Bekalan Air                               | Ir. John Lim Chee Kiang<br>Ir. Kamaliesen Chandrasekaran                                                |
| 5. Sistem Pembetulan                                | Ir. Low Kai Wah                                                                                         |
| 6. Bangunan dan Sistem Mekanikal (Dalam Bangunan)   | Ir. Gary Lim Eng Hwa                                                                                    |
| 7. Tapak Pembinaan                                  | Ir. Yeong Chin Chow, Simon<br>Dr. Abd. Rahman b. Abdul Rahim                                            |
| 8. Pengurusan Sisa                                  | YBhg. Dato' Ir. Wan Nazari bin Wan Jusoh<br>Ir. Dr. Mohamad Shaiful Ashrul bin Ishak                    |
| 9. Kawalan Kimia                                    | Ir. Vincent Khaw Wei Chuen                                                                              |
| 10. Kawalan Biologi                                 | Dr. Ho Kah Chun                                                                                         |
| 11. Pengemasan dan Sosial                           | Ir. Tajul Ariffin bin Mohamed Nori<br>Ir. Thayala Rajah C. Selvaduray                                   |

## SKOP

Garis Panduan ini menyediakan:

- Penerangan terperinci mengenai kawasan yang berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk Aedes, termasuk pengetahuan mengenai vektor ini yang penting untuk pencegahan dan kawalan denggi.
- Penerangan terperinci mengenai pertimbangan perancangan dan reka bentuk, yang dirumuskan untuk perhatian para pereka bentuk dalam mengaplikasikan prinsip-prinsip dan keperluan reka bentuk kepada bangunan dan infrastruktur. Garis Panduan ini merangkumi keseluruhan atau peringkat tertentu dalam kitaran hayat bangunan dan infrastruktur yang dibina, termasuk perancangan, pelaksanaan, pembinaan, operasi, penyelenggaraan, pemantauan prestasi dan penyahtauliah untuk mencegah pembiakan nyamuk.
- Panduan berguna mengenai operasi, penyelenggaraan serta tindakan pengurusan dalam mencegah atau menghapuskan tempat pembiakan nyamuk.
- Panduan berguna mengenai langkah-langkah kawalan nyamuk, termasuk kawalan kimia, kawalan biologi dan pengurusan alam sekitar.
- Panduan berguna mengenai pengemasan, perancangan sosial dan peranan jurutera dalam keterlibatan bersama masyarakat bagi pencegahan dan kawalan denggi.

Garis Panduan ini turut disertakan dengan Lampiran dan Senarai Semak sebagai rujukan tambahan.

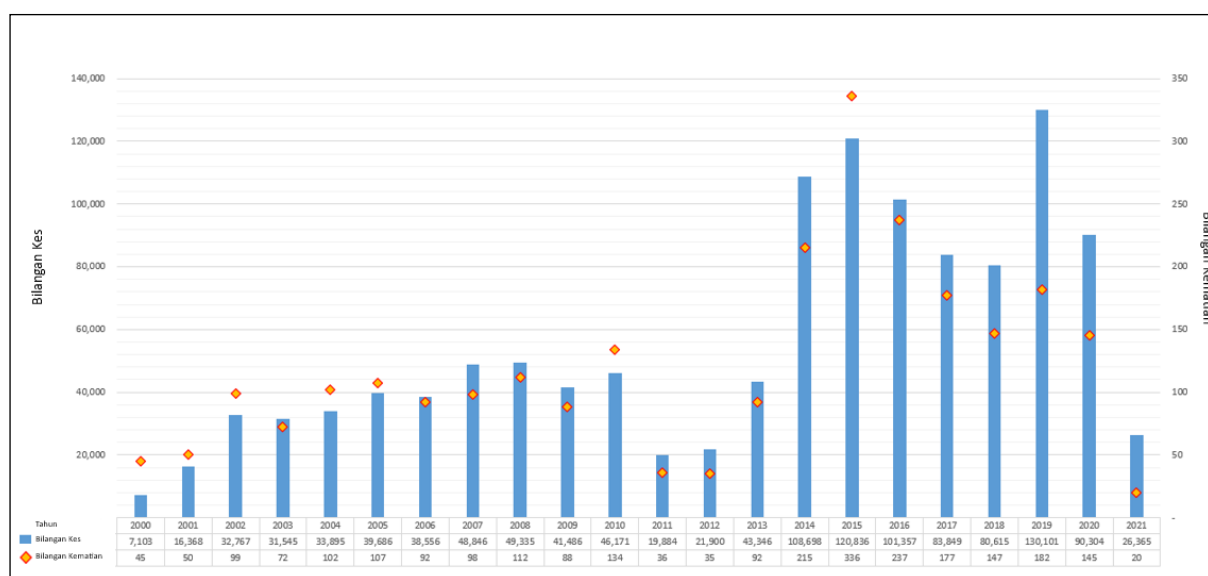
## SINGKATAN

|                  |                                                   |                                          |
|------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Bs</b>        | <i>Bacillus sphaericus</i>                        | Bacillus sphaericus                      |
| <b>Bti</b>       | <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>         | Bacillus thuringiensis israelensis       |
| <b>BQ</b>        | <i>Bill of quantity</i>                           | Senarai kuantiti                         |
| <b>CI</b>        | <i>Cytoplasmic incompatibility</i>                | Cytoplasmic incompatibility              |
| <b>CLQ</b>       | <i>Centralised labour quarters</i>                | Kuarters pekerja berpusat                |
| <b>COMBI</b>     | <i>Communication for Behavioral Impact</i>        | Komunikasi Untuk Perubahan Perilaku      |
| <b>DID/JPS</b>   | <i>Department of Irrigation and Drainage</i>      | Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia   |
| <b>DOE/JAS</b>   | <i>Department of Environment Malaysia</i>         | Jabatan Alam Sekitar Malaysia            |
| <b>ESCP</b>      | <i>Erosion and sediment control plan</i>          | Pelan kawalan hakisan dan sedimen        |
| <b>HGL</b>       | <i>Hydraulic grade line</i>                       | Garis kecerunan hidraulik                |
| <b>IEM</b>       | <i>Institution of Engineers, Malaysia</i>         | Institusi Jurutera Malaysia              |
| <b>IGR</b>       | <i>Insect growth regulator</i>                    | Pengawalatur pertumbuhan serangga        |
| <b>IMR</b>       | <i>Institute for Medical Research</i>             | Institut Penyelidikan Perubatan          |
| <b>JMB</b>       | <i>Joint management body</i>                      | Badan pengurusan bersama                 |
| <b>MOH/KKM</b>   | <i>Ministry of Health Malaysia</i>                | Kementerian Kesihatan Malaysia           |
| <b>MIL</b>       | <i>Manhole invert level</i>                       | Aras lantai lurang                       |
| <b>MSWLF</b>     | <i>Municipal solid waste landfill</i>             | Tapak pelupusan sisa pepejal perbandaran |
| <b>MWA</b>       | <i>Malaysian Water Association</i>                | Persatuan Air Malaysia                   |
| <b>MS</b>        | <i>Malaysian Standard</i>                         | Malaysian Standard                       |
| <b>NGO</b>       | <i>Non-governmental organisation</i>              | Pertubuhan bukan kerajaan                |
| <b>PIL</b>       | <i>Pipe invert level</i>                          | Aras lantai paip                         |
| <b>RC</b>        | <i>Reinforced concrete</i>                        | Konkrit bertetulang                      |
| <b>REAM</b>      | <i>Road Engineering Association of Malaysia</i>   | Pertubuhan Kejuruteraan Jalan Malaysia   |
| <b>RIDL</b>      | <i>Release of insects with dominant lethality</i> | Pelepasan serangga dominan mematikan     |
| <b>RWHS/SPAH</b> | <i>Rainwater harvesting system</i>                | Sistem penuaian air hujan                |
| <b>SPAN</b>      | <i>Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara</i>        | Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara      |
| <b>SSTS</b>      | <i>Small sewerage treatment system</i>            | Sistem rawatan pembetungan kecil         |
| <b>SOP</b>       | <i>Standard operating procedures</i>              | Prosedur operasi standard                |
| <b>STP</b>       | <i>Sewerage treatment plant</i>                   | Loji rawatan pembetungan                 |
| <b>S.O.</b>      | <i>Superintendent Officer</i>                     | Pegawai Penguasa                         |
| <b>T&amp;C</b>   | <i>Testing and Commissioning</i>                  | Pengujian dan Pentauliahan               |
| <b>ULV</b>       | <i>Ultra-low volume</i>                           | Isipadu ultra rendah                     |
| <b>WHO</b>       | <i>World Health Organization</i>                  | Pertubuhan Kesihatan Sedunia             |

## 1.0 PENGENALAN

Denggi adalah jangkitan virus bawaan nyamuk dan menurut Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO), dianggarkan terdapat antara 100 hingga 400 juta jangkitan setiap tahun. Penyakit ini adalah endemik di lebih daripada 100 buah negara, mengancam sebahagian besar penduduk dunia. Bilangan kes denggi yang dilaporkan kepada WHO telah meningkat lebih lapan kali ganda dalam tempoh dua dekad yang lalu, daripada 505,430 kes pada tahun 2000 kepada lebih daripada 2.4 juta kes pada tahun 2010, dan 5.2 juta kes pada tahun 2019. Menurut WHO, rantau Amerika, Asia Tenggara dan Pasifik Barat adalah kawasan yang paling teruk terjejas (Pertubuhan Kesihatan Sedunia 2022).

Rajah 1.1 menunjukkan bilangan kes dan kematian akibat denggi di Malaysia bagi tahun 2000 hingga 2021.



**Rajah 1.1 Bilangan Kes Dan Kematian Akibat Denggi di Malaysia, 2000 – 2021**  
(idengue; Situasi Semasa Demam Denggi, Zika, Chikungunya di Malaysia Tahun 2021)

Endemik denggi adalah sesuatu yang tidak boleh dipandang ringan di negara ini kerana kes denggi di Malaysia antara yang tertinggi di rantau Pasifik Barat seperti yang dilaporkan oleh WHO pada tahun 2020. Purata kes denggi mingguan yang dilaporkan di Malaysia adalah melebihi 1,700 kes pada tahun 2020.

Memandangkan penawar untuk denggi masih belum ditemui, kawalan vektor yang berkesan adalah kritikal dalam memerangi virus yang disebarkan oleh nyamuk *Aedes Aegypti* betina ini.

Mencegah atau mengurangkan penularan virus denggi boleh dicapai dengan mengawal vektor nyamuk atau memutuskan kontak di antara manusia dan vektor. Jurutera daripada pelbagai disiplin berkaitan memainkan peranan penting dalam perancangan dan reka bentuk infrastruktur kejuruteraan seperti sistem saliran bandar, longkang tepi jalan, taman awam, dan sistem pembetungan bagi memastikan risiko kewujudan air bertakung dalam mana-mana sistem kejuruteraan dapat ditangani dengan sebaiknya. Tidak akan ada larva nyamuk jika air bertakung dihapuskan. Tanpa larva, tiada nyamuk dewasa dan seterusnya tiada vektor untuk menyebarkan virus denggi. Garis Panduan ini akan berguna kepada semua jurutera dalam kerja-kerja perancangan kejuruteraan, reka bentuk, operasi dan penyelenggaraan sistem kejuruteraan untuk mengelakkan kewujudan air bertakung dalam bangunan dan sistem kejuruteraan.

## 1.1 Demam Denggi

Demam denggi dan demam denggi berdarah adalah antara penyakit bawaan vektor yang berleluasa di kawasan tropika. Risiko jangkitan denggi telah meningkat dengan ketara sejak beberapa dekad kebelakangan ini, bukan sahaja di kawasan tropika, tetapi juga di kawasan subtropika. Demam denggi sering berlaku di kawasan bandar dan pinggir bandar. Pembangunan bandar menyumbang kepada peningkatan risiko jangkitan dan penularan denggi. Di Malaysia, industri pembinaan adalah antara penyumbang utama kepada kewujudan tempat pembiakan nyamuk, dengan sejumlah besar kes denggi dan kematian akibat denggi berlaku di tapak pembinaan.

Virus denggi bertanggungjawab menyebabkan demam denggi. Virus denggi disebarkan oleh nyamuk betina kebanyakannya dari spesies *Aedes aegypti* serta *Aedes albopictus*. *Aedes aegypti* ialah nyamuk yang boleh menyebarkan demam denggi, chikungunya, demam Zika, Mayaro dan virus demam kuning. Nyamuk ini boleh dikenali melalui tanda putih pada kakinya dan tanda berbentuk 'lyre' pada permukaan atas toraksnya. Nyamuk ini boleh ditemui di kawasan beriklim tropika, subtropika dan sederhana.

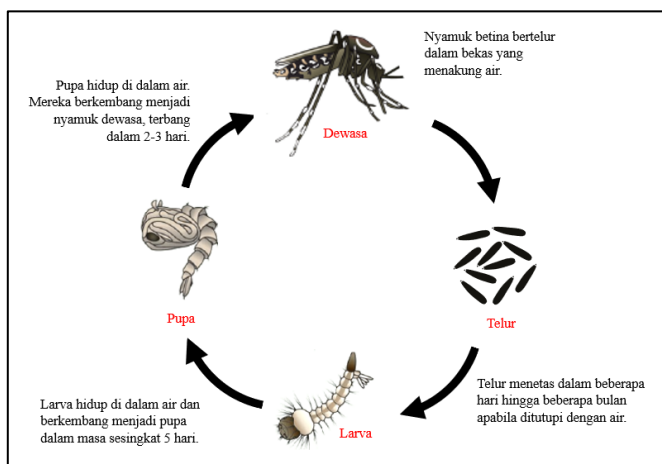


**Rajah 1.2 Nyamuk Aedes Dewasa**

Untuk mencari hos, nyamuk ini tertarik kepada sebatian kimia seperti ammonia, karbon dioksida, asid laktik dan oktanol yang dikeluarkan oleh mamalia. Nyamuk betina menggigit bagi mendapatkan darah yang diperlukan untuk mematangkan telur.

## 1.2 Pencegahan dan Kawalan

Memandangkan tiada vaksin yang berkesan terhadap denggi dan tiada rawatan khusus untuk penyakit ini, langkah pencegahan dan kawalan terhadap wabak demam denggi adalah sangat penting untuk memerangi penyakit ini. Oleh kerana penyakit ini disebarkan oleh nyamuk Aedes, langkah pencegahan yang efektif adalah dengan menghapuskan tempat pembiakannya. Nyamuk Aedes membiak di dalam air yang bertakung dan kedua-dua *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* kebanyakannya didapati membiak dalam bekas di kawasan yang mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi. *Aedes albopictus* juga telah ditemui di persekitaran semula jadi (Y.L. Cheong et al., 2014).



**Rajah 1.3 Kitaran hidup *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (CDC 2022)**

Rajah 1.3 menunjukkan kitaran hidup nyamuk Aedes. Secara amnya, kitaran hidup nyamuk Aedes boleh kurang daripada 7 hari dengan anggapan bahawa proses daripada telur ke nyamuk dewasa tidak terganggu (Jadual 1.1). Risiko yang dikenal pasti ialah mana-mana permukaan air terdedah yang bertakung selama lebih daripada 72 jam mempunyai tahap risiko sederhana untuk melengkapkan kitaran hidup.

**Jadual 1.1 Peringkat Kitaran Hidup Nyamuk Aedes Tanpa Gangguan**

| <b>Peringkat Kitaran Hidup</b> | <b>Hari</b> | <b>Dalam Keadaan Normal</b>                                                                                                                                             |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Telur ke Larva                 | 0           | Anggap sudah berada di dalam air kerana sifat telur yang tahan lasak dan boleh bertahan sehingga 6 bulan.                                                               |
| Larva ke Pupa                  | 5           | Air kekal bertakung atau halaju air hampir sifar di bahagian tepi atau aliran air yang masuk tidak mencukupi untuk mengganggu perkembangan larva ke pupa.               |
| Pupa ke Dewasa                 | 2-3         | Air kekal bertakung atau halaju air hampir sifar di bahagian tepi atau aliran air yang masuk tidak mencukupi untuk mengganggu perkembangan pupa ke nyamuk Aedes dewasa. |

Jurutera memainkan peranan yang penting dalam memastikan bangunan dan infrastruktur tidak menjadi tempat pembiakan nyamuk Aedes dengan menghapuskan air bertakung. Pelbagai elemen dalam kerja kejuruteraan seperti perancangan, reka bentuk, operasi dan penyelenggaraan perlu merangkumi pertimbangan bagi pencegahan tempat pembiakan nyamuk. Bagi tujuan ini, terdapat keperluan untuk menyediakan garis panduan dari perspektif kejuruteraan bagi pencegahan dan kawalan denggi berkaitan dengan perancangan guna tanah, pengurusan air larian hujan dan sistem yang berkaitan, sistem bekalan air, pembetulan, bangunan dan sistem mekanikal, pengurusan sisa, tapak pembinaan serta aspek kimia, biologi dan sosial.

### **1.3 Ringkasan Garis Panduan IEM bagi Pencegahan dan Kawalan Denggi**

Garis Panduan Pencegahan dan Kawalan Denggi ini dibangunkan oleh ahli pasukan petugas di bawah Institusi Jurutera Malaysia (IEM). Garis Panduan ini menyediakan aspek penting dalam perancangan, reka bentuk, pembinaan, pengurusan, operasi dan penyelenggaraan bangunan serta infrastruktur dari perspektif kejuruteraan merangkumi pelbagai disiplin yang berkaitan bagi pencegahan dan kawalan denggi. Garis Panduan ini bertujuan sebagai rujukan teknikal dan alat perancangan kepada jurutera, perunding, pemaju, pengendali tapak pembinaan, pemeriksa tapak, pihak berkuasa tempatan, ahli akademik dan agensi kerajaan bagi kawalan nyamuk. Garis Panduan ini bertujuan memastikan bangunan dan infrastruktur tidak menjadi tempat pembiakan nyamuk Aedes.

Nyamuk bukan sahaja membiak di habitat domestik tetapi juga di habitat semula jadi yang melibatkan pelbagai bentuk guna tanah. Perubahan dalam guna tanah dan tutupan tanah memberi kesan ketara terhadap habitat nyamuk, terutamanya berkaitan dengan ciri-ciri tumbuh-tumbuhan dan topografi. Guna tanah merupakan antara faktor utama yang mempengaruhi penyebaran penyakit bawaan nyamuk kerana ia menentukan kesesuaian habitat bagi pembiakan nyamuk. Oleh itu, adalah penting untuk mempertimbangkan faktor guna tanah dalam perancangan strategik dan pelaksanaan kawalan vektor.

Nyamuk diketahui membiak di dalam air bertakung. Dengan itu, mencegah dan mengawal nyamuk daripada bertelur merupakan satu cabaran dalam sistem air larian hujan, sistem bekalan air dan kemudahan rawatan pembetulan. Saiz dan kepelbagaian sistem berkaitan air larian hujan, kuantiti dan masa aliran air yang tidak konsisten, serta kecenderungan untuk membawa dan mengumpul sedimen, sampah dan serpihan boleh menghasilkan kawasan yang menampung air bertakung. Oleh itu, sistem-sistem seperti ini merupakan tempat yang sangat kondusif untuk pembiakan nyamuk. Risiko lain yang boleh menjadikan sistem bekalan air sebagai tempat pembiakan nyamuk adalah disebabkan air yang dibekalkan ke setiap titik permintaan melalui paip retikulasi dari loji rawatan air dan takungan perkhidmatan. Walaupun struktur-struktur ini pada asasnya berfungsi sebagai kemudahan penyimpanan dan penyaluran air, air bertakung masih boleh terbentuk semasa fasa pembinaan dan sebelum proses pentauliahan dijalankan. Kemudahan rawatan pembetulan direka bentuk bagi mengumpul, merawat dan melepaskan air yang kaya dengan nutrien dan bahan organik untuk membuang bahan cemar daripada air sisa. Tempat pembiakan nyamuk yang dikaitkan dengan kemudahan rawatan kumbahan biasanya adalah berkaitan dengan reka bentuk, operasi dan penyelenggaraan yang tidak mencukupi, atau kaedah pelupusan atau pengedaran efluen yang tidak berfungsi dengan betul atau mengalami kerosakan.

Terdapat banyak bangunan dan tapak pembinaan kejuruteraan di seluruh negara. Adalah penting untuk mengenal pasti kawasan air bertakung di persekitaran terbina dan dalam sistem mekanikal yang berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk. Selain itu, adalah mustahak untuk mempertimbangkan agar kawalan nyamuk diintegrasikan ke dalam sistem berkaitan air larian hujan, sistem bekalan air dan kemudahan rawatan pembetulan bagi kawalan nyamuk di sekitar bangunan. Tapak pembinaan merupakan salah satu tempat pembiakan paling biasa bagi semua nyamuk termasuk nyamuk *Aedes*. Isu umum dikenal pasti dan syor disediakan untuk menghapuskan pembiakan nyamuk melalui perancangan dan reka bentuk yang berkesan. Adalah disyorkan agar senarai kuantiti (BQ) untuk kontraktor hendaklah merangkumi semua langkah pencegahan dan pembetulan serta kawalan pentadbiran, di semua peringkat pembinaan.

Pengurusan sisa pepejal yang mampan adalah penting untuk mencegah tempat pembiakan nyamuk. Tapak pelupusan sampah dan tapak pelupusan sisa pepejal (tapak pelupusan dan stesen pemindahan) yang tidak direka dan diurus dengan baik sering mengakibatkan air bertakung di permukaan. Oleh itu, pengurusan sisa yang betul adalah penting untuk mengelakkan kesan kepada alam sekitar dan tidak mendatangkan risiko kesihatan kepada orang awam.

Secara tradisinya, strategi kawalan vektor tertumpu kepada pembasmian nyamuk melalui penggunaan pelbagai racun serangga. Kawalan kimia menasaskan nyamuk di pelbagai peringkat kehidupan seperti larva, pupa dan dewasa, berdasarkan kepada kawalan nyamuk dewasa dan kawalan pembiakan. Bagi kawalan kimia, keutamaan harus diberikan kepada pencegahan pembiakan nyamuk. Penggunaan bahan kimia seperti semburan kabus (kawalan kecemasan) boleh dipertimbangkan untuk mengurangkan atau mengawal populasi nyamuk dewasa dalam kawasan liputan tertentu dalam tempoh yang singkat. Walau bagaimanapun, bahan kimia harus digunakan secara bertanggungjawab untuk mengelakkan pencemaran alam sekitar atau kemudaratan kepada manusia dan haiwan.

Strategi kawalan biologi bertujuan untuk mengurangkan secara mampan kebergantungan terhadap kawalan nyamuk berasaskan racun serangga. Kawalan biologi menggunakan pemangsa (ikan pemakan jentik-jentik dan kopepod), patogen (*Wolbachia*, bakteria), tumbuhan penghalau nyamuk, serta nyamuk yang diubah suai secara genetik untuk mengurangkan populasi nyamuk dan larva. Khususnya, kawalan biologi sering digabungkan dengan pengurusan alam sekitar untuk meningkatkan keberkesanannya.

Bangunan kediaman dan komersial, sekolah, bangunan dan kemudahan awam, tanah di bawah pengawasan kerajaan, kawasan kilang dan perindustrian serta tanah kosong adalah tapak yang berpotensi sebagai tempat pembiakan nyamuk. Perancangan, reka bentuk kejuruteraan dan pelaksanaan yang baik adalah tidak lengkap tanpa tingkah laku manusia yang bertanggungjawab dan pengemasan. Setiap anggota komuniti mempunyai peranan penting untuk membantu membasmi denggi. Pada masa ini, Program COMBI (*Communication for Behavioral Impact*) yang dibangunkan oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu adalah pendekatan dinamik dalam pencegahan dan kawalan denggi dan ia telah diperluaskan ke seluruh Malaysia. Program COMBI menunjukkan kejayaan dan penyesuaian strategi mobilisasi dan komunikasi sosial untuk mempengaruhi perubahan tingkah laku dalam kalangan individu, keluarga dan komuniti ke arah tingkah laku yang sihat.

Jurutera bertanggungjawab untuk memastikan projek bangunan dan infrastruktur yang dibina sentiasa mengambil kira risiko peningkatan tempat pembiakan nyamuk, yang boleh dicegah dengan kos

yang berpatutan. Jurutera harus mengutamakan pencegahan risiko denggi dengan mengadaptasi prinsip pencegahan umum semasa peringkat perancangan dan reka bentuk. Projek infrastruktur dan bangunan, terutamanya di kawasan yang bersempadan dengan kawasan bandar atau awam, harus mempertimbangkan perkara ini dari permulaan peringkat reka bentuk. IEM sebagai sebuah organisasi kejuruteraan memainkan peranan penting dalam membimbing komuniti serta pihak berkepentingan lain melalui pendidikan, kesedaran dan nasihat teknikal mengenai perancangan dan reka bentuk bangunan, infrastruktur dan kemudahan awam.

Garis Panduan ini dihasilkan untuk disebarluaskan kepada pengamal di semua peringkat dengan amalan kejuruteraan terbaik dalam mencegah dan mengawal denggi secara efektif di Malaysia, serta di peringkat serantau dan global. Garis Panduan ini disediakan untuk kegunaan para jurutera, perunding, pemaju, pengendali tapak pembinaan, pemeriksa tapak, pihak berkuasa tempatan, ahli akademik, agensi kerajaan, dan pihak lain yang berkepentingan untuk menyemak dan menggunakannya dalam reka bentuk dan penyelenggaraan bangunan dan infrastruktur. Cadangan-cadangan dalam Garis Panduan ini dikemukakan dengan mengambil kira usaha untuk menghapuskan air bertakung dan melaksanakan amalan pengemasan secara berkala, bagi memastikan aktiviti pencegahan dan kawalan dilaksanakan secara menyeluruh dan efektif.

## **2.0 PERANCANGAN GUNA TANAH**

### **2.1 Pengenalan**

Nyamuk gemar membiak bukan sahaja di habitat domestik, tetapi juga di habitat semulajadi dengan pelbagai jenis guna tanah (Guzman et al., 2010). Pertanian, yang merupakan pemacu terbesar perubahan guna tanah dan badan air telah dikenal pasti sebagai faktor risiko yang membawa kepada denggi kerana ia menyediakan habitat yang sesuai untuk vektor. Ciri-ciri tumbuh-tumbuhan dan litupan tanah boleh mempengaruhi risiko perubahan guna tanah dan merupakan komponen utama dalam perubahan persekitaran global yang berpotensi menjejaskan kesihatan manusia berkaitan penyakit bawaan nyamuk dengan mempengaruhi habitat nyamuk. Oleh itu, faktor guna tanah merupakan komponen penting yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan strategik dan pelaksanaan kawalan vektor.

### **2.2 Tumbuh-Tumbuhan/Taman**

Pengurusan taman perlu melaksanakan langkah pencegahan untuk mengurangkan risiko kesihatan kepada pengunjung taman, padang sukan atau taman permainan. Ini mengambil kira persepsi bahawa landskap semula jadi boleh menjadi tempat pembiakan nyamuk jika tidak diselenggara secara berkala, terutamanya semasa musim hujan.

#### **2.2.1 Tempat Pembiakan Berpotensi**

- Badan air yang cetek dan terdedah kepada cahaya matahari secara langsung akan menggalakkan pertumbuhan yang lebih rancak bagi tumbuhan timbul dan mikroskopik, sekali gus menyediakan makanan dan perlindungan yang diperlukan untuk larva nyamuk.
- Rumput yang tinggi dan tumbuh-tumbuhan yang tebal memberikan perlindungan kepada nyamuk daripada kepanasan siang hari, di mana nyamuk akan bersembunyi di dedaunan untuk mengelakkan dehidrasi.
- Kawasan yang mempunyai tumbuh-tumbuhan rendah dan kehadiran badan air seperti kolam dan tanah bencah berisiko tinggi untuk jangkitan denggi (Nazri et al., 2011; Araujo et al., 2015).

- Kawasan lapang dengan tumbuh-tumbuhan teduhan di mana terdapat tayar kereta dan tempat pembuangan sampah yang boleh menyediakan tempat air bertakung (Institut Penyelidikan Perubatan Malaysia, 2010).
- Tanah rata yang rendah dengan kebolehtelapan yang tidak mencukupi serta saliran semula jadi yang tidak berkesan akan cenderung untuk menakung air bagi tempoh yang lama dan membentuk paya yang menjadi habitat yang sesuai untuk pelbagai spesies nyamuk.
- Kawasan lapang dengan tumbuh-tumbuhan teduhan.
- Air hujan yang terkumpul di dalam lubang pada batang pokok merupakan tempat pembiakan yang ideal bagi nyamuk.

### 2.2.2 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Saliran yang lebih baik boleh meningkatkan manfaat keseluruhan terhadap kesihatan, keselamatan dan persekitaran tumbuh-tumbuhan di taman, padang sukan atau taman permainan kerana keperluan penyelenggaraan dan racun serangga untuk kawalan nyamuk akan berkurang.
- Reka bentuk sistem saliran yang menggalakkan penyusupan air atau aliran air permukaan boleh membantu mengurangkan habitat pembiakan nyamuk dan mengalirkan air ke kawasan tumbuh-tumbuhan yang lebih luas, serta berpotensi mengurangkan keperluan pengairan.
- Pilih elemen infrastruktur hijau yang dapat menghapuskan air bertakung di atas turapan, kawasan tanah rendah atau banjir di kawasan tempat letak kereta, laluan pejalan kaki dan padang permainan di taman.
- Turapan telap air, sistem saliran bio-penapisan, saliran bawah tanah, parit penyusupan dan sistem storan bawah tanah adalah kemudahan air larian hujan yang biasa dan boleh digunakan untuk mengatasi masalah saliran.
- Gunakan tumbuhan penghalau nyamuk untuk landskap (Rujuk Bab 10). Namun begitu, tumbuhan ini tidak sentiasa mengeluarkan bau yang tidak disukai oleh nyamuk dan mungkin berkesan untuk menghalau nyamuk di kawasan yang kecil.

- Manfaat keseluruhan terhadap kesihatan, keselamatan, dan persekitaran tumbuh-tumbuhan di taman, padang sukan atau taman permainan boleh ditingkatkan melalui saliran yang lebih baik bagi mengurangkan beban penyelenggaraan dan keperluan pihak pengurusan taman untuk menggunakan racun serangga bagi kawalan nyamuk.

### 2.2.3 Operasi dan Penyelenggaraan

- Pastikan kawasan berumput di taman bebas daripada bekas setiap masa untuk mengelakkan air bertakung. Bekas yang mengandungi air mesti dikosongkan dan dibersihkan setiap minggu untuk menghapuskan larva nyamuk.
- Buang lebihan tumbuh-tumbuhan dan serpihan organik yang boleh menjadi sumber makanan, perlindungan daripada cahaya matahari dan tempat persembunyian daripada pemangsa kepada larva nyamuk.
- Hapuskan lopak lumpur dengan menambah lapisan batu, menutup dengan tanah atas dan melakukan pembenihan semula jika perlu.
- Potong rumput, buang rumpai yang tinggi dan pastikan rumput sentiasa pendek dan bebas daripada rumpai.
- Siram rumput dengan berhati-hati untuk mengelakkan air bertakung selama beberapa hari
- Lakukan pemeriksaan secara berkala untuk memastikan tiada terdapat larva terutamanya semasa cuaca kering di taman yang mempunyai banyak tumbuh-tumbuhan yang tumbuh di dalam air bertakung.

## 2.3 Sumber Pertanian

Perubahan guna tanah bagi tujuan pertanian dan peningkatan dalam pertanian bandar akan memperluaskan habitat nyamuk. Pembangunan ladang bandar dalam persekitaran terbina bandar yang kompleks juga boleh mewujudkan tempat pembiakan nyamuk. Dalam kes di mana tanah pertanian ini bersempadan dengan kawasan bandar atau kawasan awam, nyamuk akan mengganggu ketenteraman awam dan menimbulkan masalah kesihatan kepada manusia dan ternakan. Amalan pertanian yang baik hasil daripada penggunaan air yang cekap dapat mengurangkan populasi nyamuk dengan berkesan.

Adalah penting untuk mencapai keseimbangan antara keperluan ekonomi dan agronomi penanam dan pemilik tanah dengan keperluan untuk kawalan nyamuk yang berkesan.

### 2.3.1 Tempat Pembiakan Berpotensi

- Parit dan/atau pembedung yang tersumbat.
- Paip pengairan dan/atau injap yang pecah atau bocor.
- Kawasan hilir pengairan dan takungan untuk pengairan air kembali.
- Kawasan yang masih belum diusahakan dan tidak terurus yang digenangi air.
- Tasik dan kolam semula jadi yang digunakan oleh ternakan untuk minum berisiko menjadi tempat pembiakan nyamuk yang utama.
- Penternakan haiwan, ladang kelapa dan koko, ladang teh, hortikultur campuran (penanaman campuran kebun, dusun dan tapak samaian dengan bunga, buah-buahan, sayur-sayuran dan tumbuhan hiasan) di sekitar kawasan penempatan manusia adalah antara habitat yang berpotensi bagi vektor denggi seperti dalam Rajah 2.1 (Chareonviriyaphap et al., 2004; Rohani et al., 2001; Thavara et al., 2001; Richards et al., 2006; Vanwambeke et al., 2007).



**Rajah 2.1: Hilir pengairan dengan saluran terkawal (Kiri) dan air bertakung (Kanan) di ladang kelapa sawit bersebelahan dengan penempatan manusia**

### 2.3.2 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Reka bentuk sistem saliran yang menyalurkan lebih air daripada kawasan hilir pengairan.
- Reka bentuk sistem pengairan yang menggunakan air secara berkesan dan dapat mengalirkan air bertakung.
- Bentuk cerun permukaan ladang bagi mencapai penggunaan air pengairan yang cekap.

### 2.3.3 Operasi dan Penyelenggaraan

- Periksa dan baiki kawasan yang tidak mempunyai sistem saliran yang baik. Hapuskan air bertakung yang bergenang lebih daripada 72 jam.
- Selenggara dan pastikan semua perparitan dan ladang sentiasa berada dalam keadaan bersih. Buang sedimen terkumpul, serpihan dan tumbuh-tumbuhan timbul secara berkala.
- Tumbuhan hendaklah diuruskan secara berkala untuk mengelakkan tumbuh-tumbuhan timbul dan halangan ke laluan masuk.
- Elakkan pengairan secara berlebihan yang boleh menyebabkan air bertakung. Lakukan pengairan sekerap yang perlu untuk mengekalkan kelembapan tanah yang sesuai.
- Elakkan penggunaan baja secara berlebihan, kerana baja berlebihan boleh meresap ke dalam air di sebelah hilir pengairan. Ini akan meningkatkan kemungkinan pembiakan nyamuk di dalam parit atau kawasan hiliran (Lawler et Lanzaro, 2005).

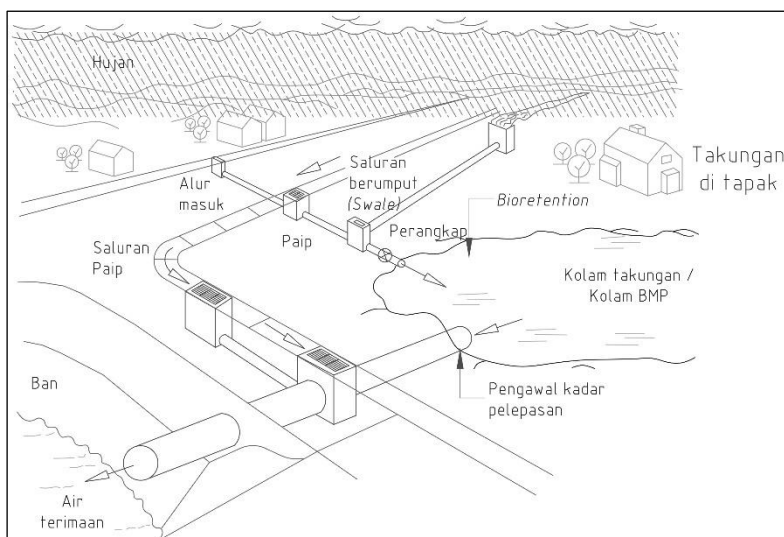
### 3.0 PENGURUSAN AIR LARIAN HUJAN DAN SISTEM BERKAITAN

#### 3.1 Pengenalan

Pengurusan air larian hujan sentiasa memberi tumpuan kepada ancaman terhadap kesihatan dan keselamatan awam, terutamanya dari segi kawalan kuantiti dan kualiti air banjir. Walau bagaimanapun, isu berkaitan pengurusan nyamuk sering tidak mendapat perhatian sewajarnya. Kawalan nyamuk adalah penting untuk mencegah penularan penyakit dan mengekalkan kualiti hidup, dan ia mesti diintegrasikan ke dalam pengurusan air larian hujan. Pengurusan air larian hujan dan sistem yang berkaitan biasanya merangkumi:

- Sistem penyaluran (contohnya sistem saliran, paip saliran, saluran berumput, saliran tepi jalan, saliran lebuhraya, pembetung, alur masuk saliran, limpah keluar, dll.);
- Sistem kawalan kuantiti (contohnya kolam takungan, takungan di tapak, dll.); dan
- Sistem kawalan kualiti (contohnya kolam penyusupan, saluran berumput, perangkap sampah, kolam kualiti air, tanah bencah buatan, dll.).

Saiz dan kepelbagaian sistem berkaitan air larian hujan, kuantiti dan masa aliran air yang tidak konsisten dan kecenderungan membawa dan mengumpul sedimen, sampah dan serpihan, menjadikan sistem ini sangat kondusif sebagai kawasan air bertakung yang seterusnya menyediakan tempat pembiakan yang ideal untuk nyamuk. Bagi mencegah dan mengawal pembiakan nyamuk, amalan pengurusan terbaik (BMP) yang sesuai untuk pengurusan air larian hujan dan sistem berkaitan telah dikenal pasti.



Rajah 3. 1 Sistem Saliran Bandar Yang Tipikal (Kibler, 1982)

Dalam konteks pengurusan air larian hujan, tanah bencah, tasik dan kolam dapat menyimpan air secara sementara dalam jumlah yang besar di atas paras kekal kolam menjadikan kawalan kuantiti air larian hujan dapat diuruskan dengan berkesan. Selain itu, tanah bencah, tasik dan kolam dapat mengurangkan masalah air larian hujan dengan mengawal dan memperlahan pergerakan air larian hujan. Ia juga sering digunakan untuk meningkatkan kualiti air dan mengecas semula akuifer air bawah tanah. Walau bagaimanapun, nyamuk kebiasaannya membiak dalam air bertakung dan terdapat keperluan untuk mempertimbangkan peranan tanah bencah, tasik dan kolam berhubung dengan populasi nyamuk. Pembiakan nyamuk di tanah bencah, tasik dan kolam sering mengancam kesihatan dan kualiti hidup penduduk berhampiran.

### **3.1.1 Tempat Pembiakan Berpotensi**

- Sistem air larian hujan menggalakkan pembiakan nyamuk jika ia gagal berfungsi seperti yang direka bentuk akibat kurangnya kesedaran dan penyelenggaraan oleh pemilik hartanah.
- Takungan saliran dengan kuantiti air bertakung yang besar berpotensi menjadi tempat pembiakan utama nyamuk *Aedes aegypti* (Tun-Lin et al., 1995).
- Reka bentuk sistem air larian hujan dengan sumber air kekal seperti tanah bencah, kolam dan takungan yang disokong oleh aliran air larian bandar atau bekalan air bagi mengekalkan kedalaman dan memaksimumkan kawasan air dalam yang terbuka untuk menghalang pembiakan nyamuk.

### **3.1.2 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk**

- Mengambil kira kawalan nyamuk dalam reka bentuk, pembinaan dan pengendalian sistem air larian hujan.
- Reka bentuk dan kendali sistem air larian hujan yang dapat discaj air terkumpul dalam tempoh 48 jam atau kurang.
- Reka bentuk dan kendali sistem air larian hujan yang membolehkan akses mudah untuk tujuan penyelenggaraan.

- Reka bentuk sistem air larian hujan yang dapat menyalirkan semua air sekiranya berlaku sesuatu kejadian dengan mengalirkan air dan mengurangkan air bertakung.
- Reka bentuk sistem air larian hujan dengan sumber air kekal seperti tanah bencah, kolam dan takungan yang disokong oleh aliran air larian bandar atau bekalan air bagi mengekalkan kedalaman dan memaksimumkan kawasan air dalam yang terbuka untuk meminimumkan tempat pembiakan nyamuk.

### **3.1.3 Operasi dan Penyelenggaraan**

- Hapuskan air bertakung yang tidak diperlukan daripada sistem air larian hujan.
- Buang tumbuh-tumbuhan timbul, sedimen, sampah dan serpihan daripada sistem air larian hujan yang boleh menyebabkan air bertakung.
- Lakukan pemeriksaan dan penyelenggaraan rutin ke atas sistem air larian hujan bagi memastikan aliran air tidak terhalang.

## **3.2 Sistem Penyaluran Air Larian Hujan**

Sistem penyaluran air larian hujan merangkumi semua komponen semula jadi dan komponen buatan kejuruteraan dalam sistem saliran yang mengumpul dan menyalurkan air larian hujan untuk mengurangkan potensi banjir dan hakisan. Oleh itu, sistem ini pada dasarnya sesuai dengan kawalan nyamuk dalam usaha menghapuskan tempat pembiakan nyamuk.

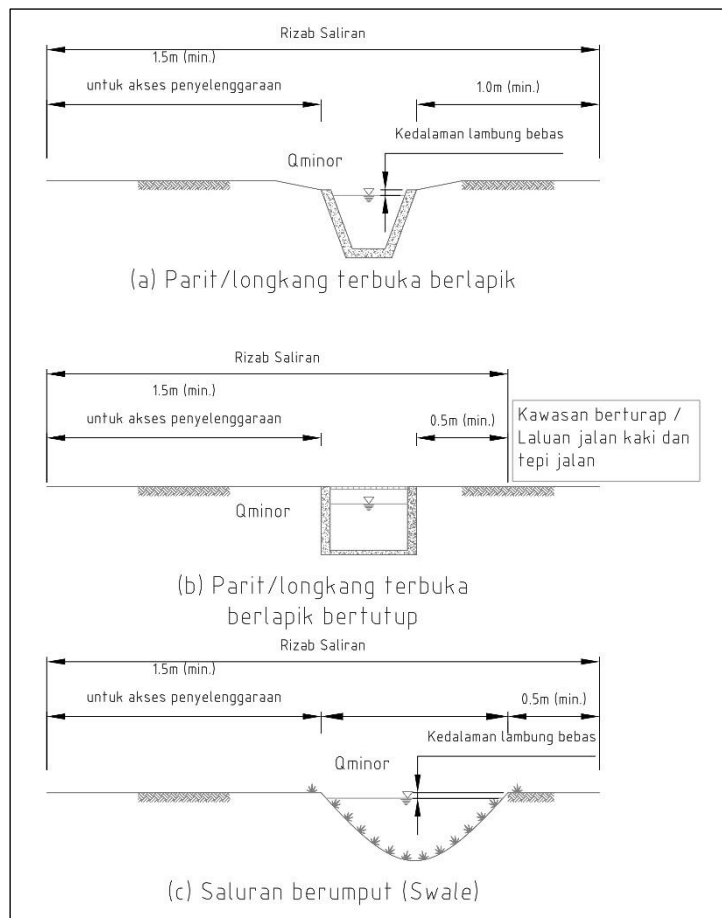
Parit tanah merupakan sistem saliran yang paling biasa dan paling murah digunakan di seluruh dunia. Namun, tumbuh-tumbuhan separa akuatik atau akuatik yang berlebihan boleh menyebabkan sistem perparitan tersumbat dan sentiasa menjadi cabaran utama bagi parit tanah ini. Oleh itu, sistem ini memerlukan penyelenggaraan berkala oleh pihak berkuasa tempatan yang berkaitan. Parit konkrit yang lebih kecil mudah tersumbat akibat daun yang gugur, dahan pokok, sampah, serpihan, kelodak dari permukaan jalan dan tumbuh-tumbuhan yang terlalu banyak (Rajah 3.2). Selain itu, parit yang pecah perlu dibaiki dengan segera kerana ia boleh menyebabkan lekukan dan sekatan aliran air. Lazimnya, pembiakan nyamuk dalam sistem penyaluran air larian hujan sering berlaku disebabkan oleh penyelenggaraan yang tidak mencukupi bagi sistem saliran dan struktur sampingan.



**Rajah 3.2** Air bertakung di dalam parit yang tersumbat akibat daun gugur

### **3.2.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk**

- Sistem penyaluran air larian hujan hendaklah dapat mengalirkan air sepenuhnya bagi mengelakkan air bertakung.
- Sediakan kecerunan yang sesuai di sepanjang struktur penyaluran air larian hujan untuk memastikan aliran air lancar tanpa halangan.
- Galakkan penyediaan parit terbuka, parit terbuka dengan penutup yang boleh ditanggal dan saluran berumput (Rajah 3.3).
- Cadangkan halaju minimum (0.6 m/s) dan tetapkan kecerunan minimum untuk parit terbuka dan parit bawah tanah bagi mengelakkan pemendapan dan pertumbuhan tumbuh-tumbuhan (JPS, 2012).



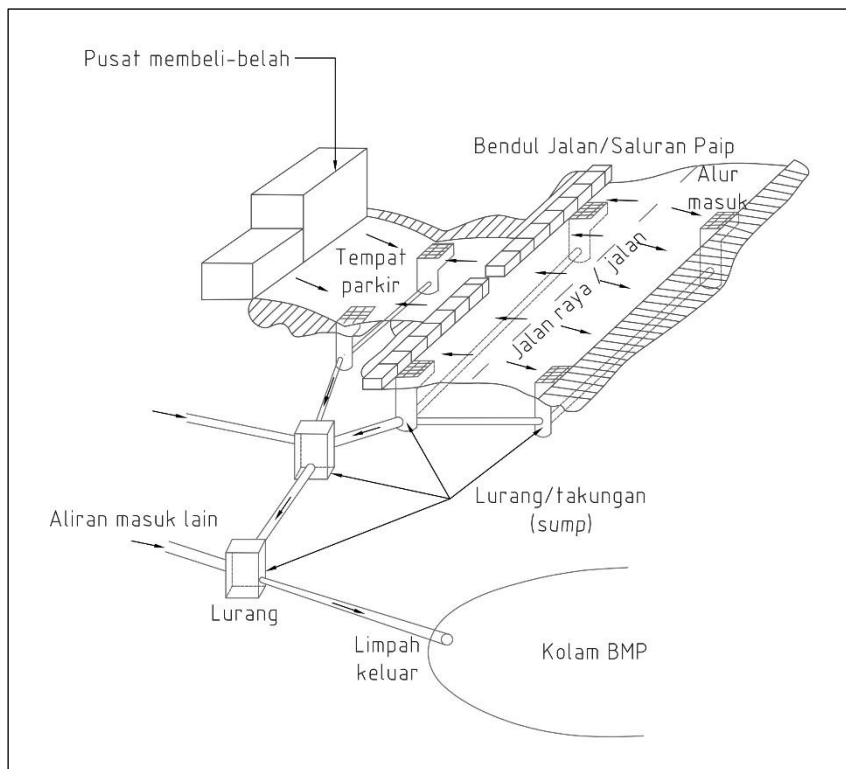
**Rajah 3.3 Rizab Saliran untuk Parit Kecil dan Saluran Berumput (JPS, 2012)**

- Bagi sistem saliran utama, aliran pusat berbentuk 'U' pada papak dasar parit harus dipertimbangkan untuk menyediakan aliran air semasa cuaca kering di kawasan yang bersesuaian.
- Halaju di sepanjang saluran berumput tidak boleh melebihi halaju keruk maksimum yang disyorkan untuk pelbagai litupan tanah dan nilai kebolehhakisan tanah, atau perlu kurang daripada 2 m/s secara ideal, melainkan perlindungan hakisan tambahan disediakan.
- Sediakan longkang konkrit bertetulang untuk parit terbuka yang melebihi kedalaman 0.9 m.
- Aras lantai bagi ruang takungan saliran hendaklah sama atau bersamaan dengan aras lantai parit aliran keluar untuk memastikan tiada genangan air (Rajah 3.4).



**Rajah 3.4 Air bertakung dalam ruang takungan saluran akibat aras lantai yang lebih rendah**

- Sistem paip air larian hujan (Rajah 3.5) hendaklah direka bentuk dengan menggunakan kaedah “Kecerunan Garisan Hidraulik (HGL)” yang menggunakan pekali geseran paip yang sesuai (contohnya Darcy-Weisbach, Manning, Colebrook-White) dan pekali kehilangan turus struktur saluran.
- Saiz minimum paip pementung hendaklah 600 mm.
- Sistem paip air larian hujan hendaklah dipasang mengikut kecerunan yang sesuai untuk mengelakkan kawasan rendah yang mungkin menakung air.



**Rajah 3.5 Elemen Sistem Saliran Paip (JPS, 2012)**

- Akses untuk penyelenggaraan/ruang takungan saliran perlu dipertimbangkan apabila menentukan saiz pembetung paip konkrit yang lebih panjang.
- Tetapkan jarak minimum dan spesifikasi untuk skrin sampah bagi mengelakkan sampah mudah tersumbat.
- Reka bentuk dan kendali limpah keluar dengan betul untuk struktur penyaluran air larian hujan bagi mengelakkan lekukan keruk yang boleh menakung air. Jika perlu, guna papak konkrit untuk melepaskan tenaga.

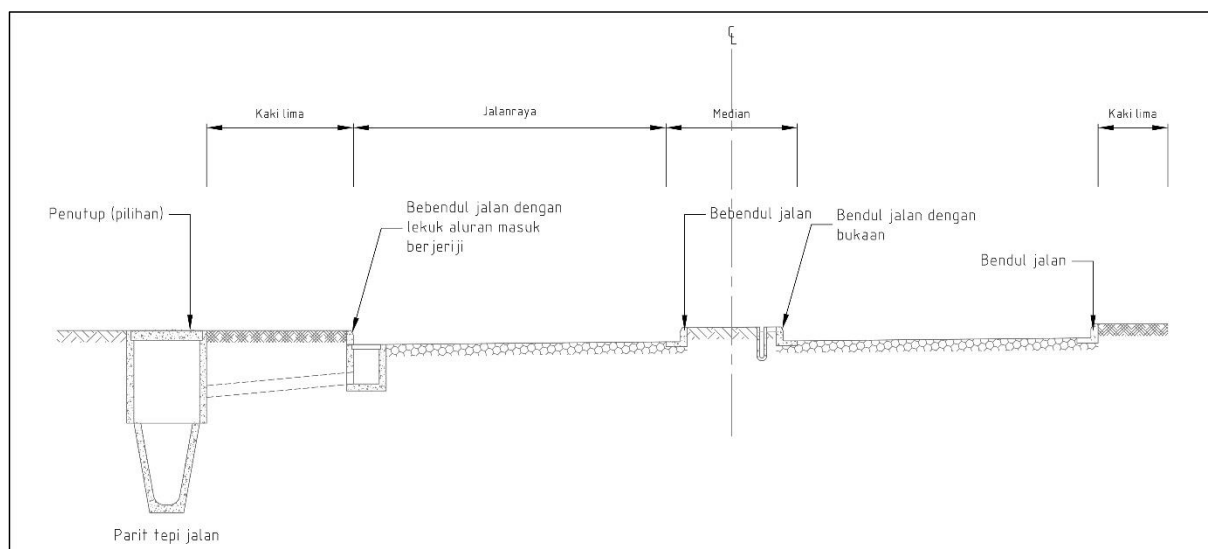
### 3.2.2 Operasi dan Penyelenggaraan

- Periksa dan selenggara struktur penyaluran air larian hujan secara rutin untuk memastikan cerun berfungsi seperti yang direka bentuk serta buang sedimen, sampah serta serpihan yang terkumpul secara berkala.
- Buang tumbuh-tumbuhan timbul daripada struktur penyaluran air larian hujan yang mengumpul air untuk mempercepatkan discaj air.

- Saluran berumput boleh mengakibatkan pembiakan nyamuk dalam air bertakung jika terdapat halangan (contohnya pengumpulan serpihan), tumbuh-tumbuhan invasif atau jika cerun saluran yang betul tidak dilaksanakan dan diselenggara.
- Pastikan tanah dipadatkan dengan baik untuk mengelakkan penenggelaman. Periksa permukaan saluran berumput, isi dengan tanah jika hakisan berlaku di lekukan semula jadi; atau buang dan gantikan tanah jika terdapat pengumpulan sedimen.

### 3.3 Alur Masuk Saliran

Alur masuk saluran digunakan untuk menerima air larian dan menyalurkannya ke sistem saluran air larian hujan (Rajah 3.6). Kebiasaannya alur masuk ini terletak di bahagian bendul jalan, median berturap, tepi jalan dan parit median. Terdapat empat jenis alur masuk yang biasa digunakan iaitu alur masuk berjeriji, alur masuk bukaan bebendul jalan, alur masuk berlubang alur, dan alur masuk gabungan. Kapasiti alur masuk saluran mengawal kedua-dua kadar penyingkiran air dari saluran paip dan jumlah air yang boleh memasuki sistem saluran air larian hujan. Terdapat banyak pembolehubah yang terlibat dalam mereka bentuk bilangan dan penempatan alur masuk dan dalam menentukan kapasiti hidraulik alur masuk. Kapasiti hidraulik alur masuk saluran air larian hujan bergantung kepada geometrinya serta ciri-ciri aliran saluran paip.

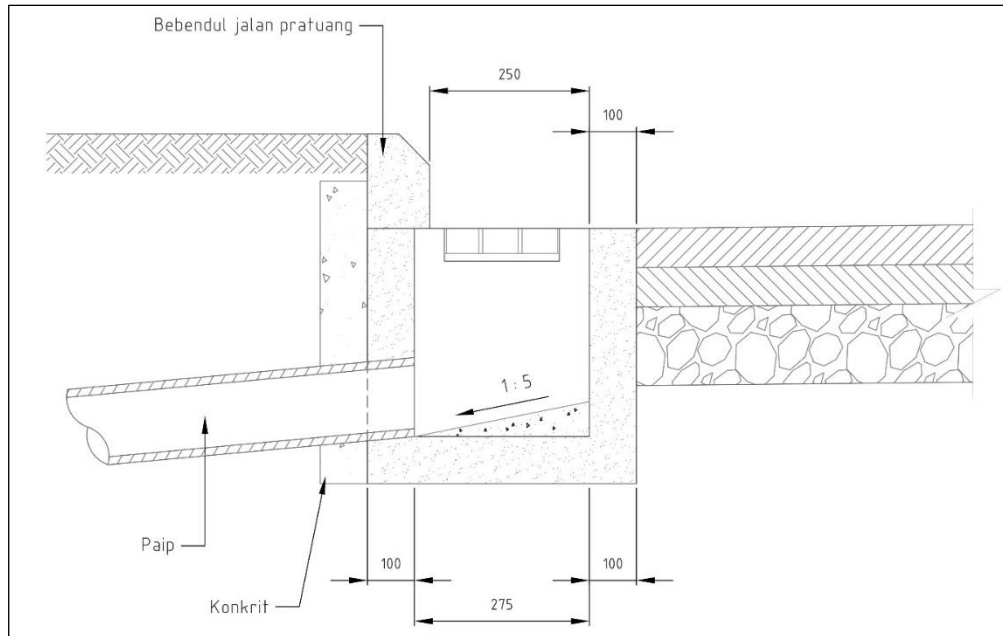


**Rajah 3.6 Sistem Saliran Jalan dan Alur Masuk Air Larian Hujan (REAM, 2002)**

### 3.3.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Saiz dan cerun saluran paip hendaklah direka bentuk dengan teliti supaya pemendapan dan hakisan di dalam saluran paip tidak berlaku.
- Saluran paip harus ditempatkan di bahagian hadapan bebendul jalan apabila digunakan bersama.
- Unit pratuang saluran paip hendaklah disediakan dengan keliling konkrit dari dasar hingga ke bahagian atas seksyen pratuang untuk memastikan kesinambungan saliran dan mengelakkan resapan air dan kehelan unit pratuang.
- Alur masuk saliran perlu mempunyai ketinggian turus sekurang-kurangnya 1.0 m antara aras jalan dan aras lantai saliran bagi memastikan turus yang tersedia mencukupi untuk membolehkan aliran saluran paip memasuki alur masuk dan beroperasi dengan betul (REAM, 2002).
- Kapasiti alur masuk bebendul jalan boleh ditingkatkan dengan ketara dengan menurunkan bukaan atau memasang pemesong ram di dalam saluran paip bersebelahan dengan bukaan. Ini akan membolehkan air mengalir masuk ke bukaan bebendul jalan.
- Jika alur masuk berjeriji yang diturunkan perlu dibina, lebar jeriji keluli tergalvani hendaklah dihadkan kepada 250 mm (Rajah 3.7).
- Alur masuk berlubang alur boleh digunakan di kawasan yang memerlukan pemintasan aliran helaian di sepanjang bahagian yang luas.
- Semua alur masuk saliran mesti mempunyai kecerunan mencukupi untuk mengelakkan pengumpulan sedimen dan serpihan serta meminimumkan potensi air bertakung.
- Sediakan kecerunan yang betul di sepanjang struktur penyaluran untuk memastikan air mengalir dengan lancar.
- Untuk mengelakkan genangan air di titik rendah, alur masuk tambahan mesti disediakan berhampiran titik rendah bagi lengkung lendut jajaran pugak untuk menampung aliran yang mungkin telah melepasi alur masuk terdahulu.

- Alur masuk saluran hendaklah ditempatkan di bahagian hulu sebelum lintasan pejalan kaki dan sebelum perubahan dalam kecondongan melintang.



**Rajah 3.7 Keratan Rentas Tipikal bagi Alur Masuk Berjeriji Yang Diturunkan (REAM, 2002)**

### 3.3.2 Operasi dan Penyelenggaraan

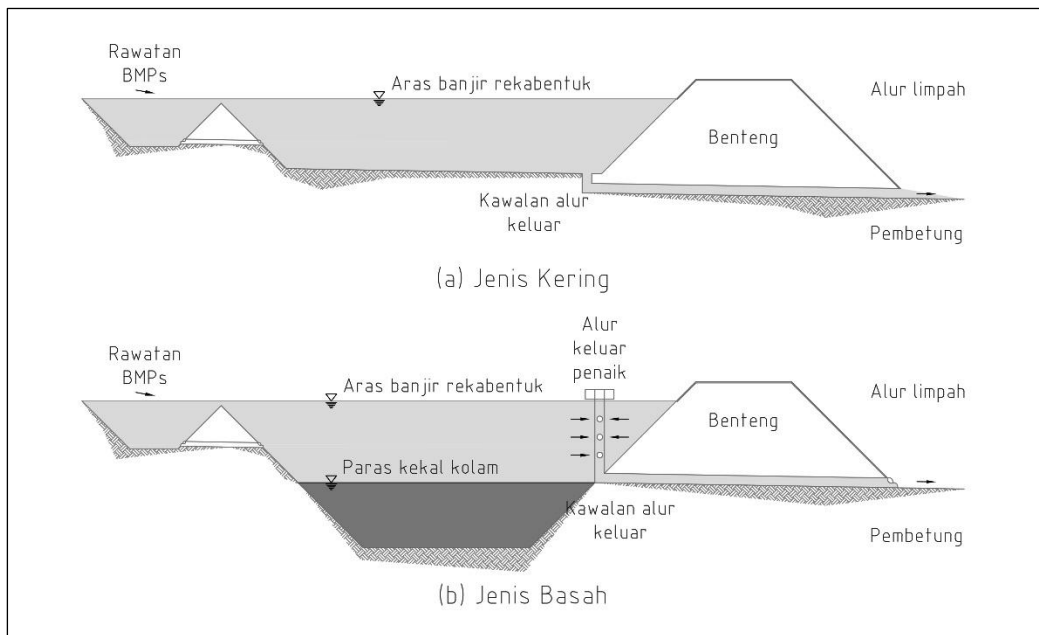
- Lakukan pemeriksaan secara rutin untuk memastikan cerun berfungsi seperti yang direka bentuk untuk mengelakkan pengumpulan sedimen, sampah dan serpihan.
- Pastikan alur masuk bebas daripada pengumpulan sedimen, sampah dan serpihan bagi mengelakkan masalah alur masuk tersumbat yang akan menyebabkan air bertakung di jalan dan saluran paip.

### 3.4. Kolam dan Tasik

Amalan pengurusan air larian hujan tertentu yang bercirikan habitat air cetek sementara dan/atau pertumbuhan tumbuh-tumbuhan timbul yang padat akan menyebabkan habitat pembiakan nyamuk berkembang dengan pantas. Kolam yang mempunyai kedalaman yang seragam dengan cerun tepi yang curam dan populasi ikan pemakan jentik-jentik serta spesies serangga akuatik tertentu akan merencatkan pembiakan nyamuk. Binaan kekal yang bercirikan air bertakung tidak digalakkan untuk kawalan nyamuk yang berkesan.

### 3.4.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

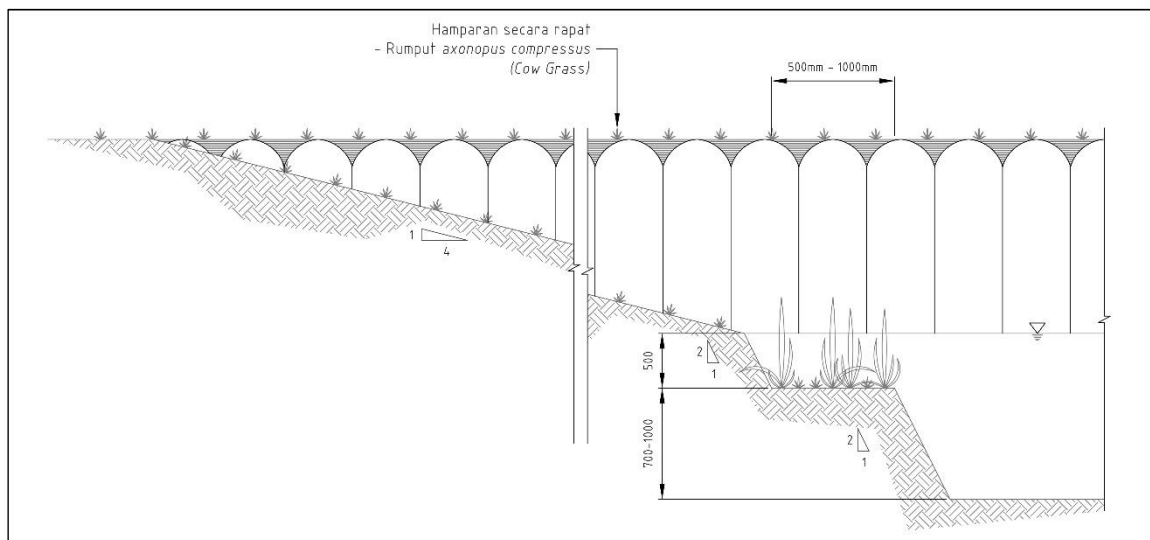
- Kolam boleh dibina sebagai jenis "Kering" atau "Basah" seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.8. Bagi kolam basah, kawasan tadahan adalah lebih daripada 10 ha. Ia bagi memastikan kawasan tersebut menjana aliran asas yang mencukupi untuk menambah dan mengekalkan paras kekal kolam (JPS, 2012).



**Rajah 3.8 Kolam Takungan Tipikal (JPS, 2012)**

- Kolam kering harus direka bentuk untuk membolehkan air disalurkan sepenuhnya. Saluran aliran rendah hendaklah disediakan bagi menampung aliran semasa cuaca kering.
- Kebiasaannya, kolam sentral yang mempunyai kedalaman melebihi 1.2 m tidak akan mempunyai masalah pembiakan nyamuk selagi kolam tidak kering atau paras menjadi sangat rendah sehingga menjejaskan kualiti air.
- Nyamuk kurang tertarik kepada kolam atau binaan lain dengan cerun yang curam atau mempunyai dinding menegak yang terus menjunam ke dalam air yang dalam.
- Cerun sisi di atas paras air kekal hendaklah landai. Kolam tidak boleh mempunyai cerun sisi yang lebih curam daripada 1(V):4(H). Kolam dengan cerun yang lebih curam mungkin memerlukan pagar atau rel (JPS, 2012).

- Cerun bahagian basah boleh dibuat lebih curam daripada cerun bahagian kering. Reka bentuk sudut cerun dengan minimum 2(V):1(H) untuk mengurangkan tumbuhan timbul invasif di dalam kolam. Kecerunan tebing 2:1 dan kedalaman minimum 1.2 hingga 1.5 m dapat mengurangkan tumbuhan akuatik berakar dasar dengan ketara.
- Galakkan kawasan tumbuh-tumbuhan semula jadi di pinggir kolam untuk berfungsi sebagai habitat berfaedah bagi hidupan liar dan serangga (Rajah 3.9). Kepadatan tumbuhan timbul hendaklah diurus secara rutin untuk membolehkan pemangsa nyamuk bergerak melalui seluruh kawasan tumbuh-tumbuhan dan tidak terhalang daripada menghampiri tepi kolam.
- Tanggaan cerun yang mempunyai tumbuh-tumbuhan rendah hendaklah direka bentuk supaya dapat diakses untuk penyelenggaraan secara berkala dan/atau kawalan tumbuhan timbul.



**Rajah 3.9 Contoh Cadangan Tanggaan Cerun Yang Mempunyai Tumbuh-Tumbuhan Rendah di Kolam**

- Reka bentuk struktur air larian hujan supaya tidak menakung air lebih daripada 48 jam untuk mencegah pembiakan nyamuk.
- Ciri-ciri sistem air larian hujan yang dapat menghalang atau mengurangkan kemungkinan orifis discaj menjadi tersumbat (contoh skrin serpihan) perlu dimasukkan ke dalam reka bentuk. Penggunaan lubang leleh tidak disyorkan.
- Alur masuk kolam hendaklah direka bentuk supaya ditempatkan sejauh mungkin dari struktur alur keluar untuk menyediakan laluan aliran paling panjang antara alur masuk dan alur keluar. Alur masuk yang terlalu dekat dengan alur keluar kolam boleh menjejaskan

kecekapan hidraulik dengan meningkatkan litar pintas, dan mengurangkan penyingkiran zarah dan bahan pencemar.

- Sediakan kecerunan yang seragam antara alur masuk dan alur keluar untuk memastikan semua air didiscaj dalam masa 48 jam atau kurang selepas kejadian ribut.
- Untuk mengelakkan air bertakung, guna blok konkrit atau lapis lindung batu berturap dan bukannya lapis lindung batu yang longgar.
- Reka bentuk pam pengagihan dan takungan penyimpanan dengan cerun yang mencukupi yang membolehkan penyaliran sepenuhnya. Penimbunan sedimen antara tempoh penyelenggaraan harus diambil kira dalam mereka bentuk cerun.
- Elakkan pembinaan kolam dan takungan cetek tanpa ikan atau pengudaraan.
- Mengadukkan air kolam dan meningkatkan peredaran air dengan menambahkan air pancut, sistem pengudaraan, air terjun atau peranti lain bagi kolam atau tasik yang tidak mempunyai pergerakan air atau oksigen yang mencukupi untuk kelangsungan hidup ikan. Walau bagaimanapun, masih terdapat kemungkinan air bertakung di sudut kolam atau kawasan air pancut yang tiada peredaran air.
- Elakkan penggunaan pam elektrik yang berkemungkinan gagal berfungsi dan sering memerlukan takungan air kekal.
- Sediakan kolam yang stabil secara ekologi yang tidak menghasilkan masalah populasi nyamuk kerana faktor semula jadi pergerakan gelombang permukaan cenderung untuk menghapuskan larva nyamuk. Kolam semula jadi, tasik dan kolam takungan buatan biasanya mempunyai pergerakan air permukaan yang mencukupi dan tidak memerlukan pengudaraan buatan.
- Faktor utama lain yang akan mengurangkan dan menghapuskan larva nyamuk dalam tasik dan kolam adalah seperti berikut:
  - a) Ikan dan serangga akuatik
  - b) Gangguan hujan
  - c) Gelombang atau pergerakan air di permukaan tasik atau kolam merupakan faktor penting dalam mengurangkan kadar kelangsungan hidup larva nyamuk.

### 3.4.2 Operasi dan Penyelenggaraan

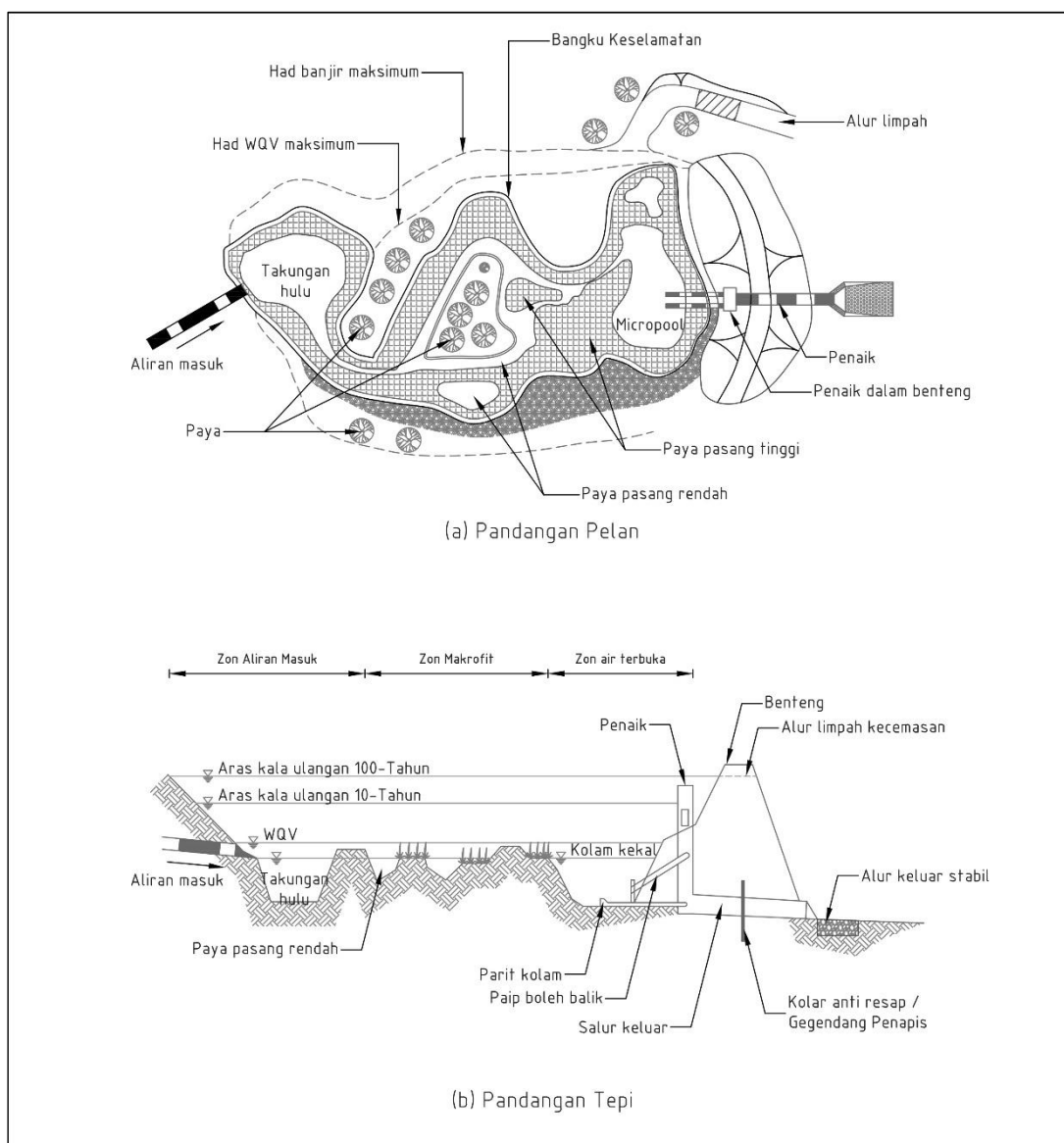
- Lakukan pemeriksaan dan penyelenggaraan rutin untuk memastikan kecerunan permukaan boleh berfungsi seperti yang direka bentuk.
- Kolam yang direka bentuk untuk menjadi kering tetapi masih basah perlu diperbaiki melalui pengubahsuaian, penggantian, pembaikan atau penyelenggaraan yang lebih kerap.
- Periksa dan buang sedimen yang terkumpul di takungan hulu.
- Buang sampah dan serpihan yang terkumpul pada akhir musim hujan.
- Kekalkan penampan tumbuh-tumbuhan berkualiti tinggi di sekeliling kolam untuk membantu pergerakan ikan pemakan jentik-jentik bagi kawalan nyamuk.
- Perkenalkan ikan pemakan jentik-jentik untuk mengawal atau menghapuskan larva nyamuk (Rujuk Bab 10 mengenai Kawalan Biologi).
- Menghalang lebihan nutrien dan bahan pencemar daripada masuki kolam yang boleh menyebabkan eutrofikasi.
- Buang lebihan tumbuh-tumbuhan dan serpihan organik yang boleh menjadi sumber makanan, perlindungan daripada matahari dan tempat persembunyian daripada pemangsa bagi larva nyamuk.

### 3.5 Tanah Bencah Buatan

Landskap tanah bencah menyediakan pelbagai flora dan fauna, termasuk burung, kelawar, serangga akuatik, ikan dan amfibia; semuanya memakan nyamuk. Sistem tanah bencah buatan menyingkirkan bahan pencemar dalam air larian hujan melalui pengendapan, penurasan zarah dan penyerapan biologi. Komponen-komponen utama tanah bencah terdiri daripada zon masuk, zon makrofit dan zon air terbuka (Rajah 3.10).

Walau bagaimanapun, ciri-ciri dalam landskap tersebut akan menarik nyamuk dewasa, dan usaha untuk mengawal atau menghalang nyamuk daripada bertelur menjadi satu cabaran. Tanah bencah

buatan lazimnya menjadi habitat pembiakan nyamuk kerana masa mastautin hidraulik yang lama dan permukaan air kekal. Oleh itu, tanah bencah buatan juga merupakan habitat semulajadi nyamuk yang boleh menjadi ancaman kepada penduduk berdekatan. Potensi tanah bencah buatan dalam menyebabkan gangguan nyamuk serta penularan virus bawaan nyamuk di tanah bencah semula jadi dan buatan di Sweden telah dikaji oleh Schäfer et al. (2004). Kajian tersebut mendapati bahawa terdapat lebih banyak nyamuk dan kepelbagaian spesies di kawasan tanah bencah semulajadi berbanding dengan di tanah bencah buatan dan ia berkorelasi positif dengan saiz tanah bencah. *Aedes albopictus* juga dijumpai di tanah bencah semula jadi dan mempunyai keupayaan untuk merebak dengan cepat, seperti yang dinyatakan oleh Benedict et al. (2007).



**Rajah 3.10 Komponen Tanah Bencah (JPS, 2012)**

### 3.5.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Kawalan nyamuk boleh menjadi isu bagi tanah bencah buatan jika saiznya terlalu kecil atau mempunyai kawasan penyaliran yang kecil.
- Reka bentuk tanah bencah buatan mestilah merangkumi pelbagai rejim air untuk menggalakkan pertumbuhan pelbagai spesies tumbuhan dan haiwan termasuk pemangsa nyamuk (contohnya pematung, belalang jarum, ayak-ayak, kumbang air, *backswimmers*, kumbang akuatik pemangsa, *topminnows*, dan ikan pemakan jentik-jentik).
- Menambah baik aliran air yang melalui sistem tanah bencah bagi mengurangkan air bertakung dan memudahkan pergerakan ikan dan pemangsa semula jadi yang lain.
- Pengurusan tumbuh-tumbuhan yang berkaitan dengan kawalan nyamuk akan mewujudkan kawasan air terbuka yang tidak sesuai untuk pembiakan nyamuk dan meningkatkan tekanan pemangsa ke atas larva nyamuk. Teknik ini paling sesuai dan amat penting untuk dipertimbangkan semasa fasa reka bentuk proses pembinaan tanah bencah.
- Tumbuh-tumbuhan yang tebal boleh mengurangkan aliran air sekali gus mengurangkan gangguan fizikal seperti arus tinggi, pusaran air dan gelombang yang boleh memberi impak negatif kepada perkembangan larva nyamuk.
- Kualiti air dan peningkatan habitat hidupan liar di tanah bencah bergantung kepada litupan tumbuhan tanah bencah, kepelbagaian dan produktiviti serta boleh mengalami penurunan dengan pengurangan litupan tumbuh-tumbuhan.
- Contoh agen kawalan biologi bagi spesies tumbuhan akuatik dan tanah bencah yang boleh didapati di Malaysia ialah *Pandanus amaryllifolius* (Pandan) dan *Chrysopogon zizanioides* (Vetiver) (Rajah 3.11).



(a) *Pandanus amaryllifolius* (Pandan)

(b) *Chrysopogon zizanioides* (Vetiver)

### Rajah 3.11 Spesies Tanah Bencah

- Guna konkrit atau pelapik di kawasan cetek untuk menghalang tumbesaran tumbuhan di tempat tumbuh-tumbuhan tidak diperlukan.
- Reka bentuk akses penyelenggaraan untuk membolehkan pemeriksaan dan pengurusan tumbuh-tumbuhan secara berkala serta pemantauan rutin dan kawalan nyamuk.

#### 3.5.2 Operasi dan Penyelenggaraan

- Bekalkan kolam air larian hujan dan tanah bencah buatan dengan ikan pemakan jentik-jentik untuk meningkatkan kawalan nyamuk secara semula jadi.
- Kurangkan kepadatan dan lebar kawasan tumbuh-tumbuhan. Kepadatan tumbuhan timbul harus diuruskan secara rutin supaya pemangsa nyamuk boleh bergerak melalui keseluruhan kawasan tumbuh-tumbuhan dan tidak terhalang daripada menghampiri tepi kolam.
- Mengurus penyebaran dan kepadatan tumbuh-tumbuhan terapung dan terendam yang boleh menggalakkan pembiakan nyamuk (contohnya keladi bunting, lakum air, *filamentous algal mats*, dan lain-lain).

#### 3.6 Struktur Air Larian Hujan Bawah Tanah

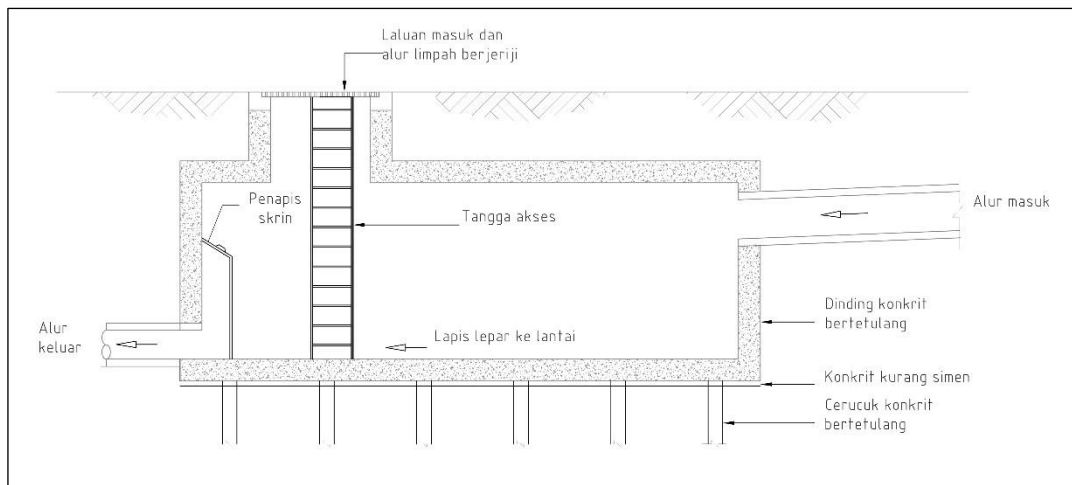
Struktur air larian hujan bawah tanah yang mengandungi air kekal, seperti ruang bawah tanah berpotensi tinggi untuk pembiakan nyamuk berbanding sistem air larian hujan yang direka bentuk untuk

menyalirkan atau menyusup dengan cepat. Semua struktur air larian hujan bawah tanah berisiko tinggi menjadi tempat pembiakan nyamuk, kerana keupayaan nyamuk mencari sumber air yang tidak kelihatan dan boleh memasuki sela sekecil 2 mm (Metzger, 2004). Nyamuk boleh memasuki struktur air larian hujan bawah tanah melalui banyak bahagian, termasuk paip masuk dan keluar, penutup longgar yang tidak tertutup rapat dan lubang pengudaraan. Oleh itu, tindakan dan pertimbangan reka bentuk untuk meningkatkan keberkesanan struktur air larian hujan bawah tanah dalam menghapuskan air bertakung adalah sangat penting kerana nyamuk boleh menggunakan sumber air bertakung bawah tanah sebagai tempat pembiakan.

### 3.6.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Sekiranya dapat dilakukan, tutup lubang akses (contohnya lubang untuk mengangkat penutup lurang) kepada struktur bawah tanah yang direka bentuk bagi menampung air di dalam takungan untuk menghalang akses bagi nyamuk dewasa.
- Pasang gasket getah untuk menghapuskan sela. Penggunaan gasket yang betul boleh menjadi penghalang akses nyamuk yang efektif.
- Jika takungan ditutup sepenuhnya bagi menghalang nyamuk, pastikan alur masuk dan alur keluar tenggelam sepenuhnya bagi mengurangkan kawasan permukaan air yang tersedia untuk nyamuk bertelur.
- Reka bentuk cerun permukaan dasar ke arah alur keluar pada 1.5% untuk struktur air larian hujan bawah tanah.
- Aras lantai bagi paip alur keluar utama hendaklah sama atau bersamaan dengan aras lantai bagi aliran keluar untuk memastikan tiada genangan air dalam struktur alur keluar (Rajah 3.12).
- Pertimbangkan reka bentuk struktur air larian hujan bawah tanah dengan pengepaman, perpaipan, injap atau peralatan lain yang diperlukan adalah sesuai untuk memastikan penyahairan mudah apabila diperlukan.
- Reka bentuk pam takungan yang boleh disalurkan sepenuhnya semasa musim kemarau.

- Elakkan air bertakung dengan peredaran air (contohnya dengan menyediakan kemasukan air yang berterusan yang bersamaan dengan discaj air).



**Rajah 3.12 Struktur Air Larian Hujan Bawah Tanah Yang Tipikal**

### 3.6.2 Operasi dan Penyelenggaraan

- Sediakan lurang dan/atau saluran pembersihan untuk setiap bahagian sistem.
- Periksa titik aliran masuk untuk mengesan pengumpulan sedimen.
- Periksa skrin atau perangkap sampah dan bersihkan sebarang sampah, sedimen dan serpihan yang terkumpul.

### 3.7 Sungai Semulajadi/Alur/Saluran Air

Secara umumnya, nyamuk tidak terdapat dalam sungai dan aliran air yang bergerak atau kawasan yang terdapat ombak yang kuat. Walau bagaimanapun, tapak pembiakan nyamuk boleh ditemui di kawasan air bertakung lebih daripada lima hari di dataran banjir di sepanjang sungai dan tebing sungai.

#### 3.7.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Sungai yang berliku-liku dalam dataran banjir yang mengalir dengan perlahan dan berkelodak tetapi terdedah kepada aliran deras berkala mungkin menembusi tebing dan membanjiri kawasan tanah rendah di sepanjang laluan.

- Kawasan tanah rendah mungkin membentuk paya sungai yang luas dengan aliran air yang perlahan atau bertakung boleh menjadikan kawasan ini sebagai tempat pembiakan nyamuk.
- Saluran air semula jadi yang kering sejurus selepas kejadian ribut selalunya meninggalkan air bertakung di sepanjang siri lekukan tanah dan lubang, dengan demikian mewujudkan tempat pembiakan yang sesuai untuk nyamuk.
- Semua lubang di permukaan jalan hendaklah ditimbus semula dan diratakan supaya air tidak bertakung dan dapat disalurkan.
- Membina tambak sebagai langkah perlindungan daripada banjir dan untuk mengelakkan pembentukan paya akibat limpahan air ke kawasan tanah rendah, kawasan genangan air dan tebing sungai yang terhakis atau runtuh.

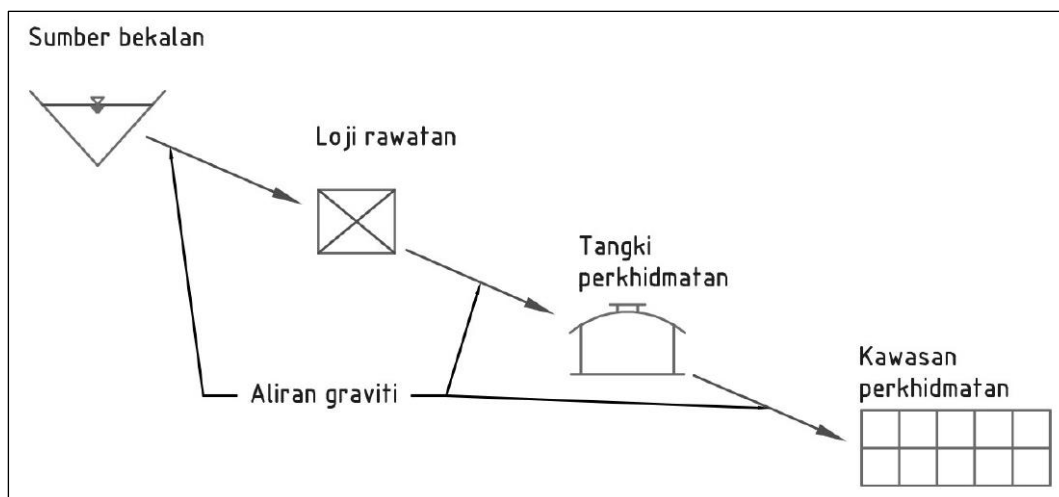
### **3.7.2 Operasi dan Penyelenggaraan**

- Bersihkan serpihan dan sampah dari parit serta alur keluar saluran secara berkala.
- Buang rumpai dan tumbuhan berbahaya dengan kadar segera, terutamanya tumbuhan yang bersifat invasif.
- Buang sampah dan serpihan yang terkumpul di pertengahan dan akhir musim hujan.

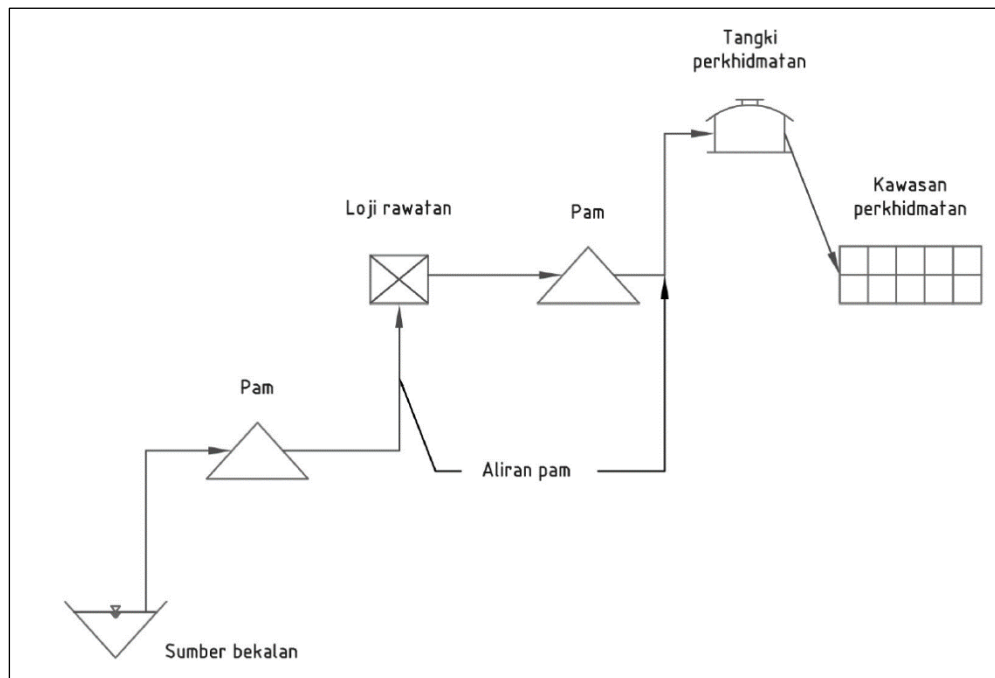
## 4.0 SISTEM BEKALAN AIR

### 4.1 Pengenalan

Matlamat sistem bekalan air adalah untuk menyalurkan air kepada pengguna dengan kualiti, kuantiti dan tekanan yang bersesuaian. Ini memerlukan sistem paip yang meluas, takungan simpanan dan tangki, pam dan kelengkapan yang berkaitan. Sistem bekalan air boleh dikategorikan kepada tiga jenis, iaitu sistem graviti (Rajah 4.1), sistem pam terus dan sistem gabungan graviti dan pam (Rajah 4.2). Fungsi utama tangki perkhidmatan adalah untuk menyediakan simpanan perantaraan untuk air terawat yang diterima, menyediakan bekalan sokongan atau rizab, terutamanya semasa gangguan perkhidmatan di hulu Loji Rawatan Air dan menyalurkan air ke dalam sistem retikulasi air. Tangki perkhidmatan juga mengurus variasi dalam permintaan bekalan air. Tangki sedutan akan menerima bekalan air yang bertekanan rendah untuk disimpan sebelum air dipam ke tangki perkhidmatan melalui sistem pengepaman dalam Rumah Pam. Dari tangki perkhidmatan, air dibekalkan ke setiap titik permintaan melalui paip retikulasi. Memandangkan struktur ini berfungsi sebagai kemudahan penyimpanan dan penyaluran air, terdapat kemungkinan air bertakung boleh berlaku semasa proses pembinaan dan sebelum proses pentauliahan.



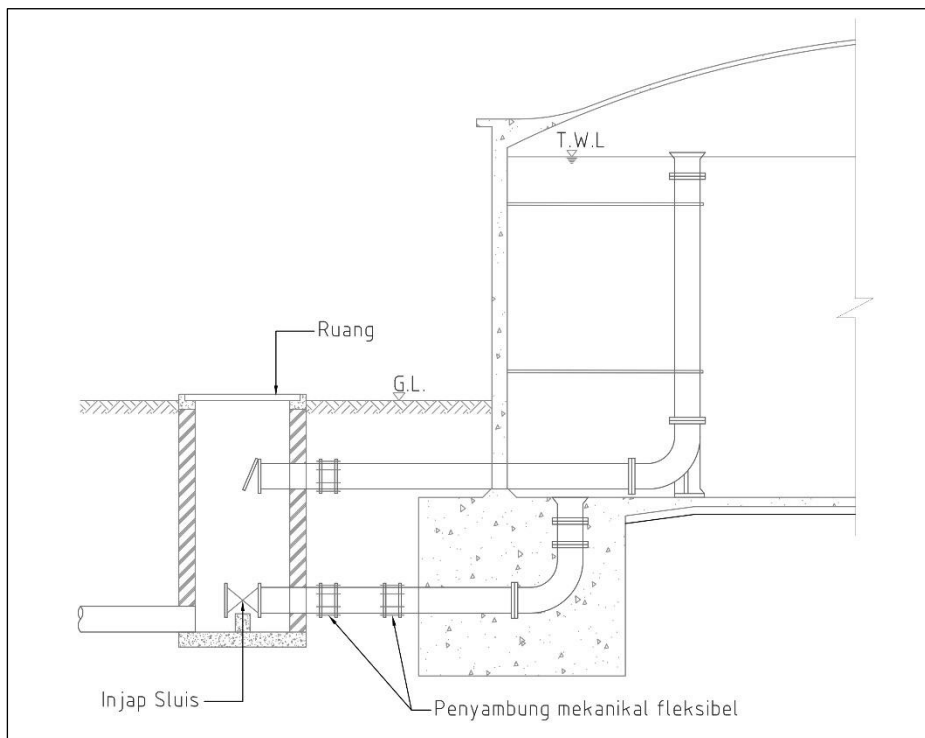
Rajah 4.1 Sistem Bekalan Air Graviti Yang Tipikal (MWA, 1994)



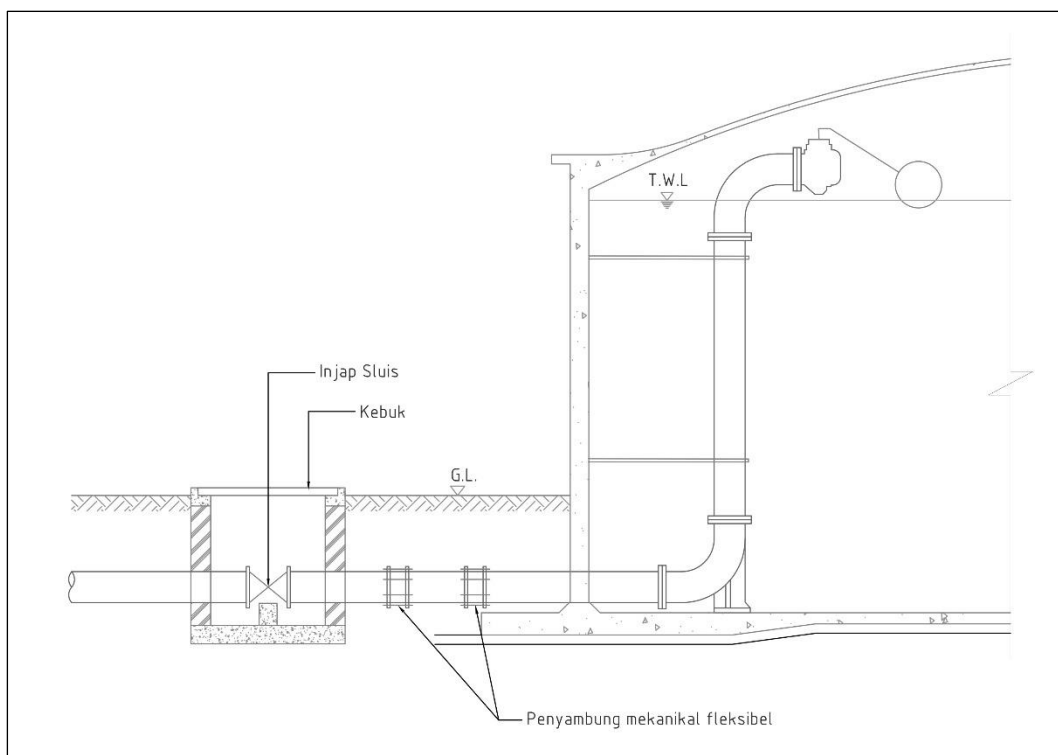
**Rajah 4.2 Sistem Bekalan Air Graviti dan Pam Yang Tipikal (MWA, 1994)**

#### 4.2 Tempat Pembiakan Berpotensi

- Sistem bekalan air am: Semua ruang injap
- Kawasan tangki sedutan: Sel storan, ruang injap, jalan perimeter dan sistem saliran
- Rumah pam: Parit dalaman dan genangan air akibat lantai beralun
- Tangki perkhidmatan: Sel storan, ruang injap, jalan perimeter dan sistem saliran.
- Ruang injap masuk/keluar (Rajah 4.3) dan ruang alur keluar keruk (Rajah 4.4) boleh menjadi tempat pembiakan nyamuk kerana alur keluar saliran yang hilang/tidak mencukupi dan kekurangan penyelenggaraan.



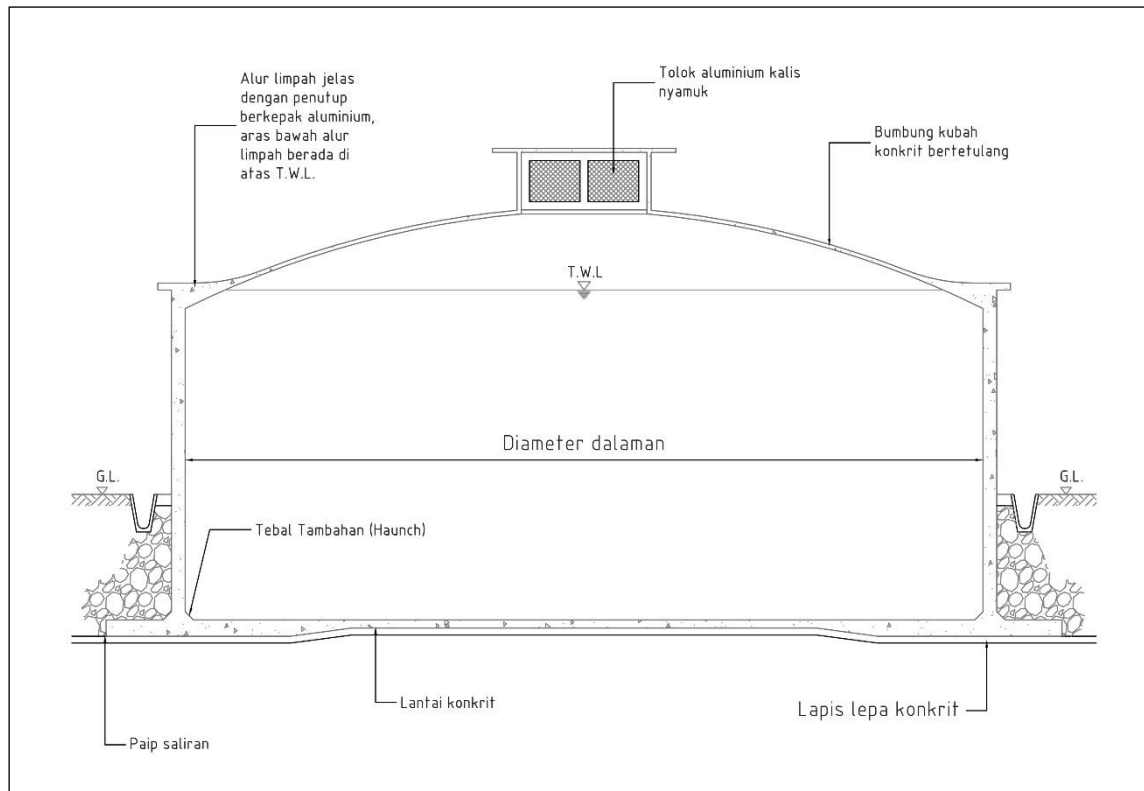
**Rajah 4.3 Ruang Injap Masuk/Keluar Yang Tipikal (MWA, 1994)**



**Rajah 4.4 Ruang Alur Keluar Keruk Yang Tipikal (MWA, 1994)**

### 4.3 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

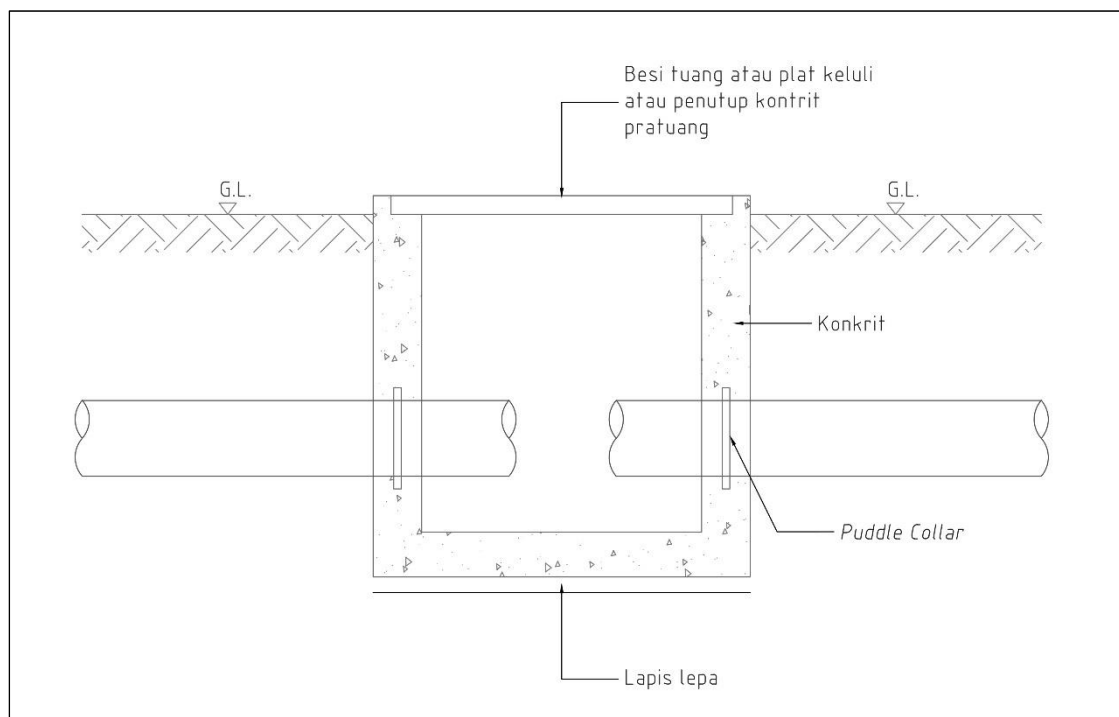
- Tangki perkhidmatan (Rajah 4.5) mestilah kedap air dan selamat dari segi struktur. Tangki boleh terdiri daripada jenis di atas tanah atau jenis yang ditinggikan, bergantung kepada saiz dan memenuhi keperluan bekalan. Bentuk tangki boleh terdiri daripada bentuk bulat, segi empat tepat, segi empat sama atau berbentuk cendawan.



**Rajah 4.5 Tangki Perkhidmatan Jenis Bentuk Bulat Yang Tipikal (MWA, 1994)**

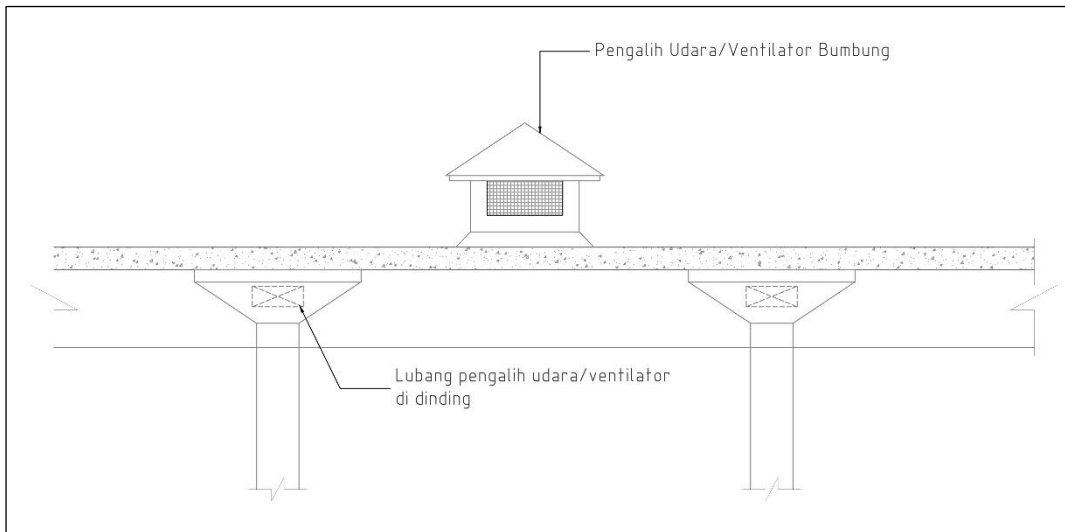
- Ruang injap seperti injap udara dan injap keruk di sepanjang laluan talian paip biasanya diletakkan di dalam ruang konkrit bertetulang dengan penutup.
- Gunakan penutup jenis konkrit bertetulang tahan lasak jika ruang terletak di atas jalan; atau penutup besi tuang bagi yang terletak di bahu jalan.
- Penutup hendaklah dipasang dengan ketat dengan jurang maksimum yang dibenarkan atau lubang 2 mm. Penggunaan gasket boleh berfungsi sebagai penghalang yang efektif apabila digunakan dengan betul.

- Ruang di tepi jalan hendaklah ditempatkan lebih tinggi (sekurang-kurangnya 50 mm) daripada paras jalan untuk mengelakkan air larian hujan dari permukaan jalan memasuki ke dalam ruang (Rajah 4.6).
- Untuk ruang besar yang terletak di kawasan rendah, pemasangan pam kekal boleh dianggap sebagai sebahagian daripada reka bentuk; atau mereka bentuk alur keluar peresapan dalam tanah lebih tinggi daripada paras air saliran bagi mengelakkan aliran balik dari saliran semasa kejadian hujan lebat.

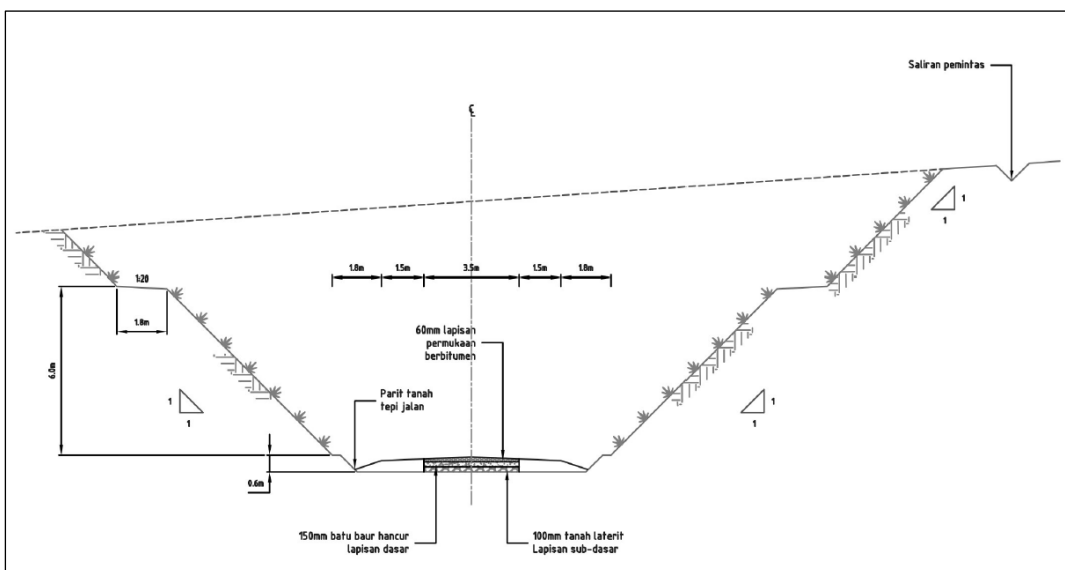


**Rajah 4.6 Ruang Tipikal Di Tepi Jalan (MWA, 1994)**

- Skrin kalis nyamuk seperti skrin perosak hendaklah dipasang di semua pengalih udara di tangki sedutan dan tangki perkhidmatan.
- Reka bentuk jalan akses/penyelenggaraan serta perparitan perlu memastikan tiada air bertakung sekiranya tangki terletak di kawasan yang lebih tinggi. Gred minimum yang tipikal bagi jalan hendaklah sekurang-kurangnya 0.5% (Rajah 4.8).
- Sediakan akses penyelenggaraan yang mencukupi untuk membersihkan serpihan dan tumbuh-tumbuhan di *berm*.



**Rajah 4.7 Pengalih Udara Bumbung Yang Tipikal (MWA, 1994)**



**Rajah 4.8 Bahagian Jalan Yang Tipikal (MWA, 1994)**

#### 4.4 Operasi dan Penyelenggaraan

- Selepas kejadian hujan lebat, kontraktor hendaklah menjalankan pemeriksaan untuk memastikan air dikeluarkan dari ruang sama ada secara semula jadi atau menggunakan pam semasa pembinaan tangki.

- Kontraktor hendaklah memastikan tangki, ruang, jalan dan saliran tidak menyebabkan air bertakung secara kekal yang boleh menjadi tempat pembiakan nyamuk sebelum ujian, pentauliahan dan penyerahan berlaku.
- Bagi saliran semula jadi, perlu dipastikan alur keluar peresapan dalam tanah tidak tersumbat (untuk mengelakkan air bertakung) dan tiada tumbuh-tumbuhan yang menjadi halangan.
- Pengendali bekalan air perlu menjalankan pemeriksaan berjadual secara berkala bagi tangki, ruang, jalan akses dan saliran untuk memastikan kemudahan yang dinyatakan di atas tidak menyebabkan air bertakung secara kekal. Jika perlu, lakukan kerja penyelenggaraan dan hapuskan air bertakung bagi mencegah pembiakan nyamuk.

#### 4.5 **Penyahtauliahan Infrastruktur Air**

Penyahtauliahan infrastruktur biasanya boleh menyebabkan masalah penyelenggaraan yang seterusnya, terutamanya jika ia terletak di kawasan terpencil seperti empangan lama atau tempat penyimpanan, di mana pemantauan dan pemeriksaan tidak kerap dilakukan atau kurang diberi perhatian. Penyahtauliahan infrastruktur bekalan air mungkin tidak menimbulkan isu sekiranya terletak di kawasan kediaman atau yang berpenduduk. Dalam projek pembangunan semula atau pemulihan bandar, tanah adalah berharga di mana kemudahan lama biasanya dihapuskan dan tanah itu ditukar kepada jenis penggunaan tanah yang lain. Dalam keadaan ini, tiada kawasan terbiar yang membolehkan air bertakung dan pembiakan nyamuk.

Walau bagaimanapun, dalam kes-kes unik di mana kemudahan sedemikian mungkin dinyahtauliah dan struktur berpotensi ditinggalkan untuk jangka masa yang lama, langkah-langkah mitigasi atau amalan pengurusan terbaik berikut perlu dilakukan:

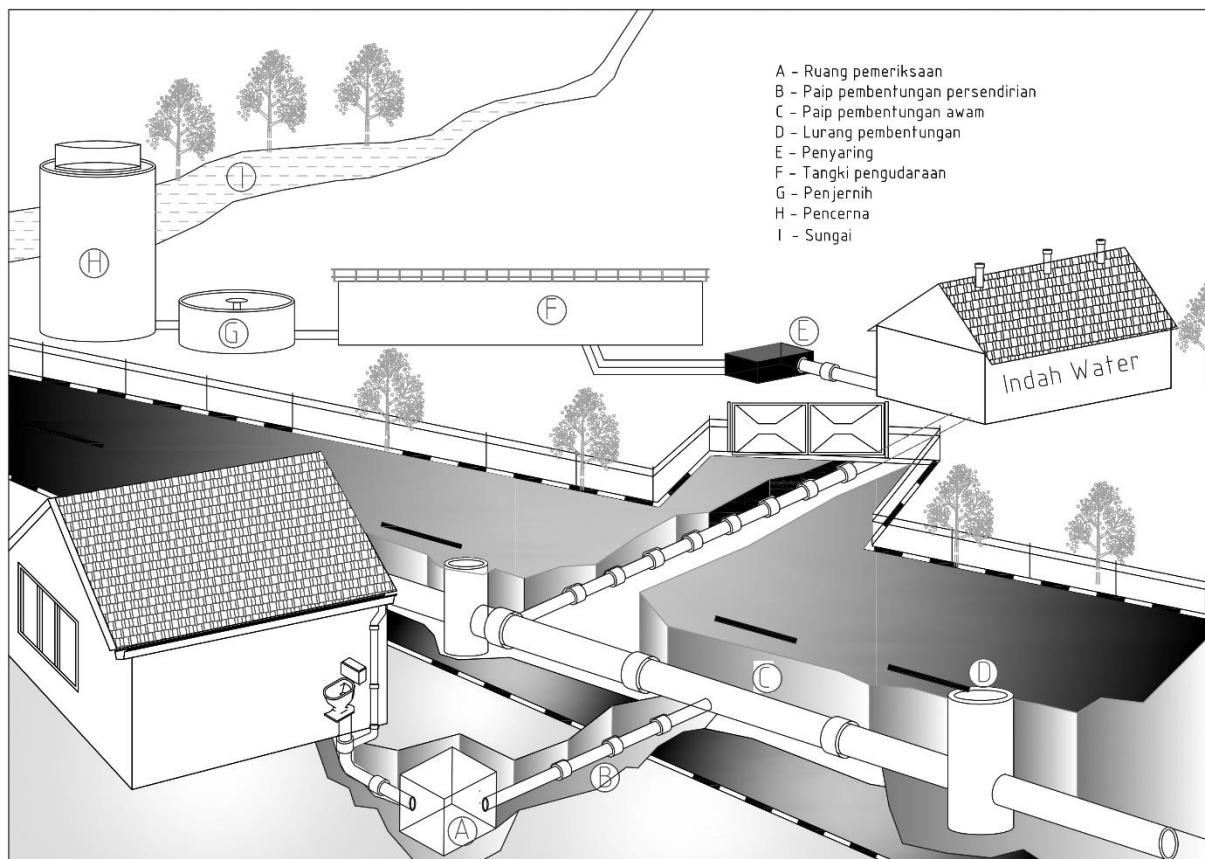
- Kemudahan pembendungan air seperti tangki simpanan dan takungan hendaklah dihapuskan atau alur keluar diubah suai atau dihapuskan supaya air hujan tidak bertakung dalam kemudahan tersebut. Cara yang berkesan untuk melakukan ini adalah dengan menanggalkan injap alur keluar supaya dapat:
  - mengelakkan air bertakung di dalam tangki
  - mengelakkan kecurian kerana injap biasanya diperbuat daripada besi tuang yang mudah dicuri di tapak terbiar.

- Semua struktur pengambilan air yang boleh membenarkan kemasukan air hendaklah dipalam. Struktur pembendungan hendaklah diisi dengan tanah untuk mengelakkan pengumpulan air hujan.
- Semua injap air hendaklah ditanggalkan untuk mengelakkan pengumpulan air dalam talian paip yang boleh menyebabkan air bertakung.
- Semua takungan bawah tanah hendaklah dipalam dengan betul dan diisi dengan tanah untuk mengelakkan pengumpulan air.
- Rumput tinggi hendaklah dipangkas dan dipotong secara berkala untuk mengurangkan risiko pembiakan nyamuk.
- Semua alur keluar saliran hendaklah diperiksa untuk mengelakkan daripada tersumbat yang boleh menyebabkan air bertakung.
- Pemeriksaan kawasan secara berkala perlu dilakukan setiap 6 bulan.

## 5.0 SISTEM PEMBETUNGAN

### 5.1 Pengenalan

Air sisa yang dihasilkan daripada unit kediaman dan komersial biasanya dilepaskan ke dalam sistem rangkaian retikulasi kumbahan luaran, di mana ia akan disalurkan ke Loji Rawatan Pembetungan (STP) terdekat untuk dirawat. Walau bagaimanapun, unit kediaman dan komersial yang lama masih menyalurkan air sisa ke tangki septik individu kerana ketiadaan rangkaian pembetungan berpusat ketika unit-unit ini dibina. Rajah 5.1 menunjukkan rangkaian retikulasi pembetungan yang tipikal dan merangkumi ruang pemeriksaan, lurang dan talian paip.



Rajah 5.1 Rangkaian retikulasi pembetungan yang tipikal (Sumber: Indah Water Konsortium)

## 5.2 Tempat Pembiakan Berpotensi

- Ketidakpadanan antara lurang atau aras lantai ruang pemeriksaan dengan aras lantai paip keluar menghasilkan isu genangan air (Rajah 5.2).
- Penutup tangki septik yang pecah atau tudung septik yang tidak ditutup dengan sempurna (Rajah 5.3).
- Nyamuk sering memasuki tangki septik melalui paip bolong.



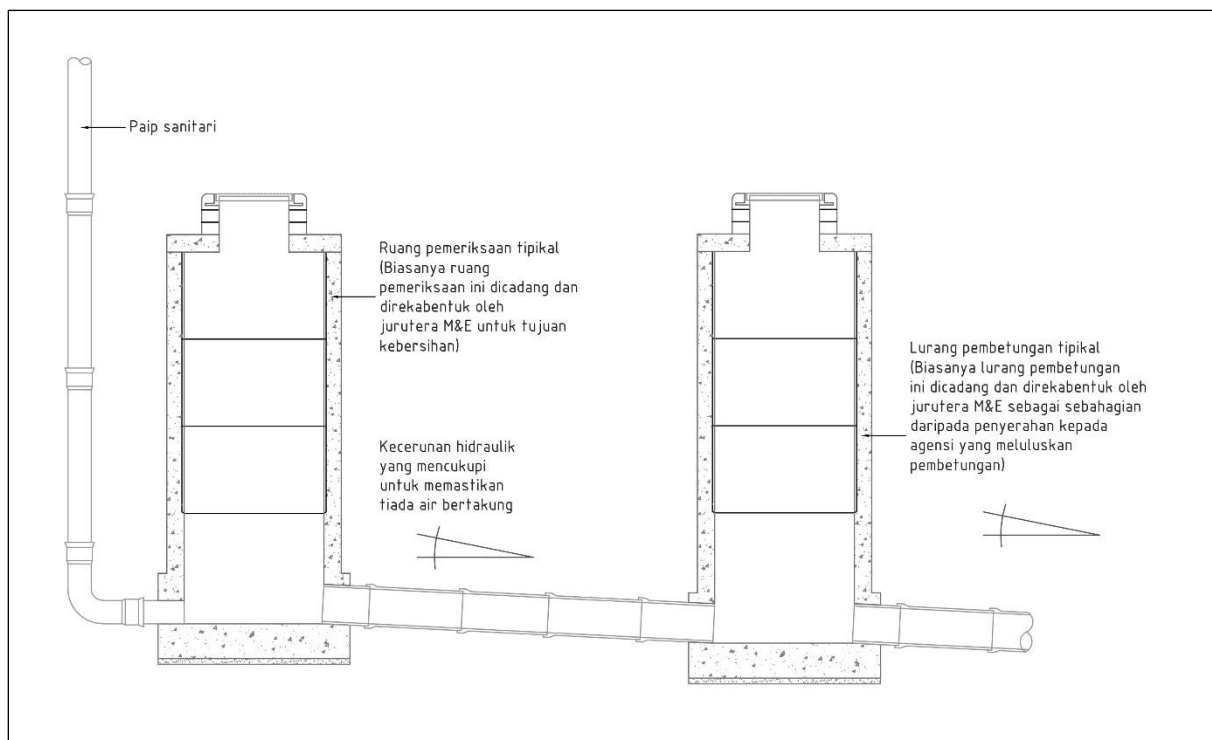
**Rajah 5.2 Isu genangan air dalam lurang atau ruang pemeriksaan disebabkan ketidakpadanan aras lantai**



**Rajah 5.3 Penutup Tangki Septik Yang Pecah**

### 5.3 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

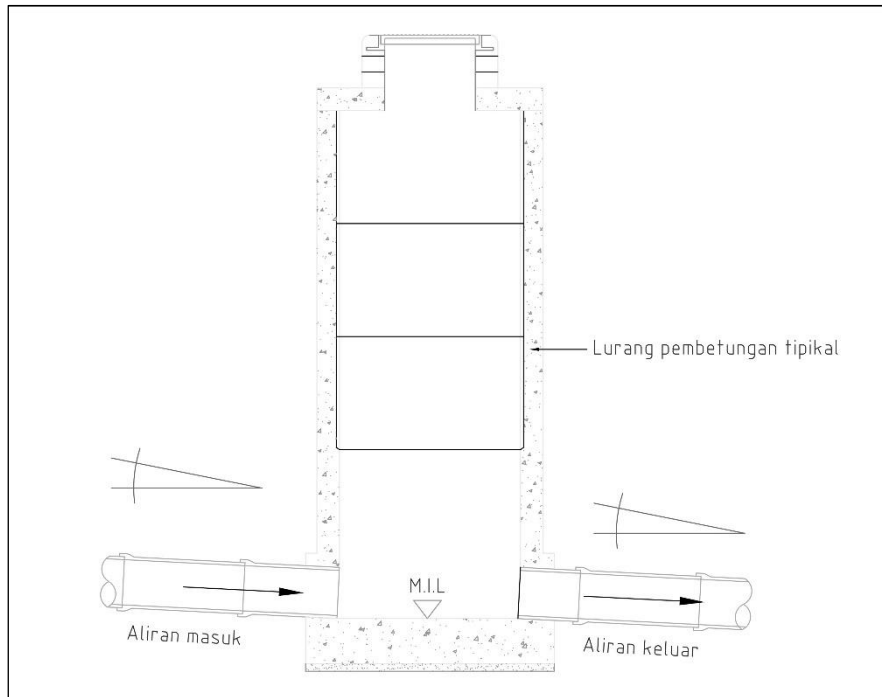
- Memastikan sambungan daripada ruang pemeriksaan ke lurang pembetulan mempunyai kecerunan yang mencukupi supaya air kumbahan dapat mengalir.
- Memastikan paip sambungan antara lurang pembetulan mempunyai kecerunan yang mencukupi supaya air kumbahan dapat mengalir.
- Rangkaian pembetulan hendaklah direka bentuk secara hidraulik di mana halaju aliran minimum tidak kurang daripada 0.8 m/s pada aliran penuh (Rujuk MS1228:1991 - Kod Amalan Reka Bentuk dan Pemasangan Sistem Pembetulan) (Rajah 5.4).
- Garis Panduan Industri Pembetulan Malaysia hendaklah juga dijadikan rujukan untuk perancangan dan reka bentuk sistem pembetulan.



**Rajah 5.4 Kecerunan hidraulik yang mencukupi hendaklah dipertimbangkan untuk mereka bentuk retikulasi pembetung**

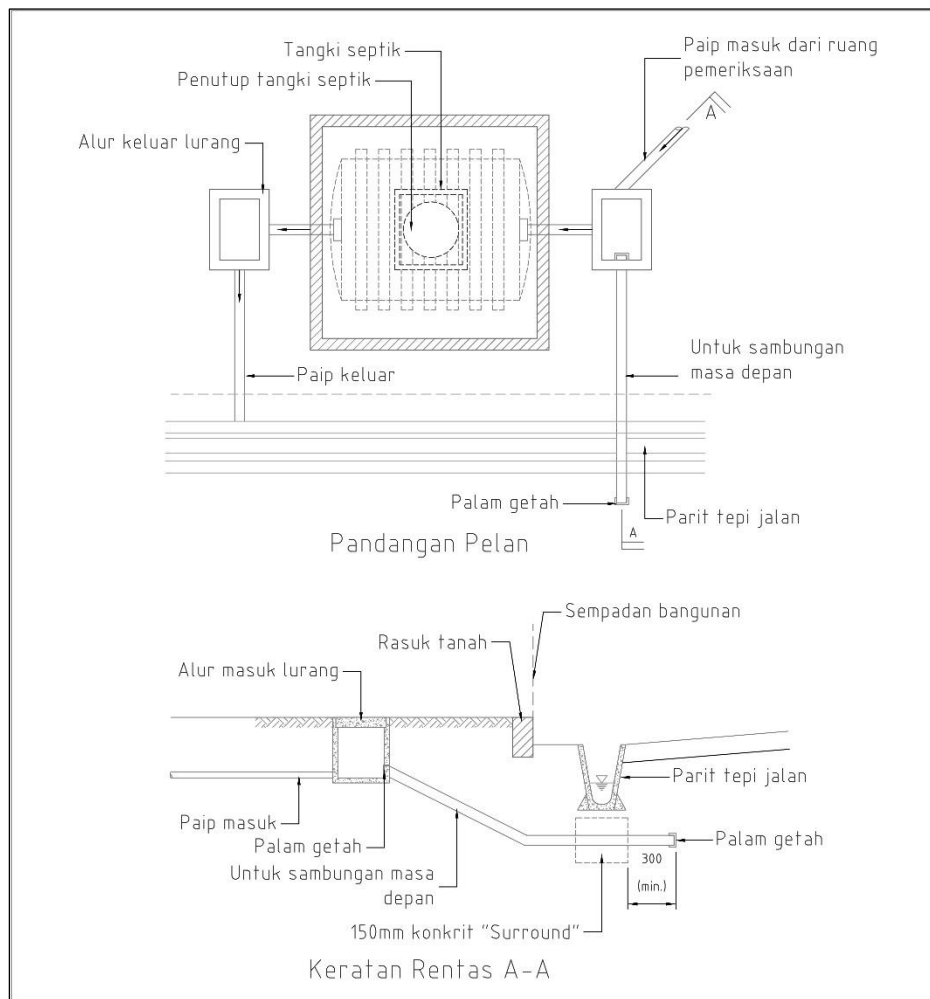
- Pemilihan bahan paip pembetung (paip tegar atau paip fleksibel) perlu diberi pertimbangan sewajarnya bagi memastikan paip memenuhi keperluan ketahanan.

- Adalah disarankan untuk mereka bentuk aras lantai discaj paip keluar agar sepadan dengan aras lantai lurang atau ruang pemeriksaan bagi mengelakkan berlakunya genangan air (Rajah 5.5).



**Rajah 5.5 Sambungan tipikal bagi aras lantai paip keluar yang sepadan dengan aras lantai lurang atau ruang pemeriksaan**

- Tangki septik adalah bentuk asas kemudahan rawatan di tapak yang terdiri daripada satu atau lebih ruang yang berfungsi merawat kumbahan melalui proses pengendapan dan anaerobik. Tangki septik ini hendaklah digunakan bagi satu premis sahaja, dengan kapasiti tidak melebihi 30PE.
- Pertimbangan yang sewajarnya perlu diberikan semasa pemasangan tangki septik dan sambungan masa hadapan (Rajah 5.6). Palam getah hendaklah kedap air untuk mengelakkan air terperangkap semasa pembinaan. Kontraktor bertanggungjawab untuk membina mengikut pelan yang diluluskan serta memastikan tapak sentiasa dalam keadaan bersih dan kering. Lurang tidak boleh mempunyai sebarang kecacatan yang boleh menyebabkan air bertakung.



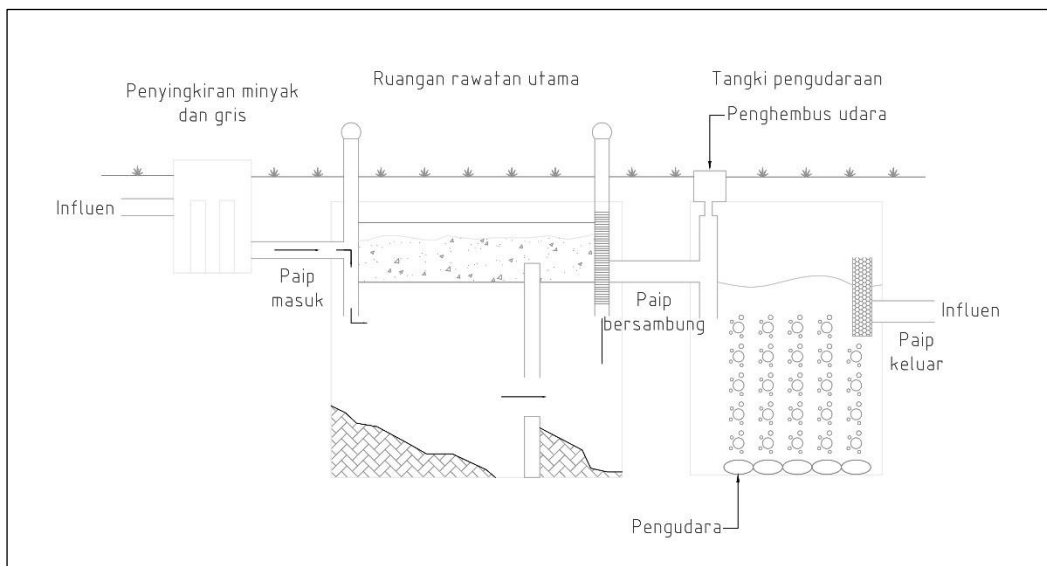
**Rajah 5.6 Sambungan tipikal tangki septik individu dengan sambungan masa hadapan ke retikulasi pembetulan berpusat (SPAN, 2009)**

- Semasa pembinaan, tangki septik (Rajah 5.7) atau sistem rawatan pembetulan kecil (SSTS) (Rajah 5.8) hendaklah ditutup rapat dan air yang terperangkap hendaklah dipam keluar kerana air larian permukaan cenderung untuk meresap ke dalam sistem retikulasi pembetulan (Tangki septik yang digunakan hendaklah dari jenis yang diluluskan oleh SPAN).



**Rajah 5.7 Tangki Septik Tipikal**

**(Sumber: Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara, SPAN)**



**Rajah 5.8 Gambar rajah skema sistem rawatan pembedakan kecil (SSTS)**

#### 5.4 Operasi dan Penyelenggaraan

- Lurang hendaklah ditutup rapat dengan sempurna semasa pembinaan dan sebarang air yang terperangkap hendaklah dipam keluar kerana air larian permukaan boleh meresap ke dalam sistem retikulasi pembedangan. Lurang biasanya akan dipalam sepanjang tempoh pembinaan sehingga talian pembedang diuji dan ditauliahkan. Dalam tempoh ini, air larian permukaan boleh meresap masuk dan memenuhi lurang dan dalam jangka masa tertentu, lurang boleh dipenuhi air (Rajah 5.9). Pendedap getah butil boleh dipertimbangkan sebagai pilihan untuk pendedap penutup lurang.



**Rajah 5.9 Lurang atau ruang pemeriksaan melimpah akibat air larian permukaan (semasa pembinaan)**

- Tutup lubang kunci dan ruang/celah di sekitar lurang atau penutup ruang pemeriksaan (Rajah 5.10).
- Penutup tangki septik yang pecah hendaklah diganti. Namun, jika terdapat kekangan kewangan, sediakan penutup jaring nyamuk di atasnya sebagai satu penyelesaian sementara.
- Pasang jejaring dawai atau skrin kalis nyamuk sebagai skrin untuk paip bolong atau bukaan paip (Rajah 5.11).
- Reka bentuk tangki septik individu hendaklah membolehkan nyah enapcemar dilakukan secara berkala. Nyah enapcemar hendaklah dilakukan sekurang-kurangnya sekali setiap 3 tahun.
- Isi tangki septik yang terbiar atau tidak digunakan dengan tanah, pasir atau batu kerikil (bahan berliang) untuk memastikan tiada air bertakung yang terperangkap.
- Sebarang infrastruktur pembetulan (ruang pemeriksaan, lurang, paip pembedung, tangki septik, SSTs) yang terletak di dalam sempadan premis dianggap sebagai sebahagian daripada pembedung persendirian dan menjadi tanggungjawab pemilik premis untuk menyelenggara infrastruktur pembedungan tersebut.

- Sebarang infrastruktur pembedungan yang terletak di luar sempadan premis dianggap sebagai pembedung awam dan menjadi tanggungjawab operator pembedungan untuk mengendali dan menyelenggara infrastruktur pembedungan tersebut.
- Pemilik premis dan operator pembedungan awam hendaklah bertanggungjawab dalam memastikan infrastruktur pembedungan di bawah tanggungjawab mereka tidak menjadi tempat pembiakan nyamuk Aedes.



**Rajah 5.10 Lubang kunci atau cangkuk pengangkat untuk penutup lurang atau ruang pemeriksaan boleh menyebabkan air bergenang**



**Rajah 5.11 Paip bolong yang terdedah hendaklah ditutup dengan sempurna menggunakan skrin jejaring (Sumber: Jabatan Kesihatan dan Perkhidmatan Manusia–Amerika Syarikat)**

## 5.5 Penyahtauliah Infrastruktur Pembedungan

- Sebarang infrastruktur pembedungan akan berfungsi mengikut jangka hayat reka bentuk yang telah ditentukan. Walau bagaimanapun, terdapat keadaan di mana infrastruktur tertentu akan dinyahtauliah dari semasa ke semasa.

- Infrastruktur ini tidak terhad kepada ruang pemeriksaan, lurang, paip pembetung, tangki septik individu, sistem rawatan pembetungan kecil, loji rawatan pembetungan dan aksesori lain.
- Apabila infrastruktur ini tidak lagi digunakan, ia perlu dinyahtauliah dengan langkah-langkah sewajarnya untuk memastikan ia tidak menjadi tempat pembiakan nyamuk Aedes selepas dinyahtauliahkan.
- Isi tangki atau struktur penampungan cecair yang terbiar atau tidak digunakan lagi dengan tanah, pasir atau batu kelikir (bahan berliang) untuk memastikan tiada air bertakung yang terperangkap.
- Alur masuk dan keluar paip hendaklah dipalam atau ditampal dengan simen atau turap.
- Sebarang ruang/celah atau lubang di antara penutup lurang pembetung boleh ditampal dengan simen atau turap.
- Pam, injap dan aksesori lain hendaklah ditanggalkan untuk mengelakkan kecurian. Kekosongan atau ruang yang ditinggalkan oleh penyingkiran aksesori tersebut hendaklah dipalam atau ditutup dengan sempurna menggunakan skrin kalis nyamuk atau ditampal dengan simen/turap.
- Disyorkan agar pemeriksaan berkala dilakukan terhadap infrastruktur yang telah di dinyahtauliah ini bagi memastikan ia tidak menjadi tempat pembiakan nyamuk.

## **6.0 BANGUNAN DAN SISTEM MEKANIKAL (DALAM BANGUNAN)**

### **6.1 Pengenalan**

Dalam proses mereka bentuk pelbagai komponen sesebuah bangunan, jurutera menyediakan aspek terperinci bangunan mengikut garis panduan pihak berkuasa tempatan, Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam dan Standard Malaysia yang berkaitan. Tempoh dari peringkat konsep, pembinaan hingga penyerahan kepada pemilik bangunan boleh mengambil masa satu (1) tahun hingga tiga (3) tahun atau lebih lama. Terdapat pelbagai sistem mekanikal yang dipasang dalam bangunan untuk keselesaan penghuninya. Secara amnya, garis masa ini boleh dikategorikan kepada beberapa fasa iaitu reka bentuk, pembinaan, pemasangan, pengujian dan pentauliahan (T&C) jika perlu, penyerahan, operasi dan penyelenggaraan.

Air dalam persekitaran terbina dan dalam sistem mekanikal boleh dikategorikan kepada tiga (3) jenis:

1. Air terawat seperti air yang boleh diminum dalam sistem paip.
2. Air terawat tetapi tidak boleh diminum seperti air yang digunakan dalam sistem pemadam kebakaran, kolam renang dan sistem penyaman udara.
3. Air tidak terawat seperti air hujan, air kelabu dan air hitam yang digunakan dalam sistem penyaliran air hujan, sistem saliran, dan sistem sanitari masing-masing.

Air bertakung dalam bangunan dan sistem mekanikal boleh terdiri daripada air terawat atau air tidak terawat. Air terawat dibekalkan daripada Pihak Berkuasa Air dan mungkin mengandungi sehingga 1000 mg/liter jumlah pepejal terlarut yang boleh menjadi sumber makanan kepada nyamuk aedes untuk melengkapkan kitaran hidupnya. Walau bagaimanapun, jumlah ini adalah kecil berbanding dengan yang terdapat dalam air tidak terawat. Dalam hal ini, air tidak terawat akan menghasilkan populasi nyamuk aedes yang jauh lebih besar bagi keadaan yang sama. Adalah penting untuk mengenal pasti air bertakung dalam bangunan yang berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk.

Untuk menghentikan kitaran hidup nyamuk aedes, semua air bertakung dalam bangunan perlu dikeluarkan sama ada dengan menggunakan pam mudah alih atau secara manual dalam tempoh 4 hari

selepas hujan terakhir. Jika masih terdapat baki air, tahap pH air boleh dinaikkan melebihi 10 (Jasmine, P. and Robin, P.S.V., 2020) atau sebagai alternatif, larvasid boleh digunakan sebagai rawatan kimia (Bab 9). Satu kaedah praktikal dan mudah untuk mencapai pH 10 dan ke atas adalah dengan menggunakan sabun pepejal yang dipotong kecil dan diletakkan ke dalam air dengan nisbah 1:60 mengikut berat. Penggunaan sabun yang merupakan barangan keperluan rumah tidak akan memberi kesan negatif kepada alam sekitar.

## 6.2 Tempat Pembiakan Berpotensi

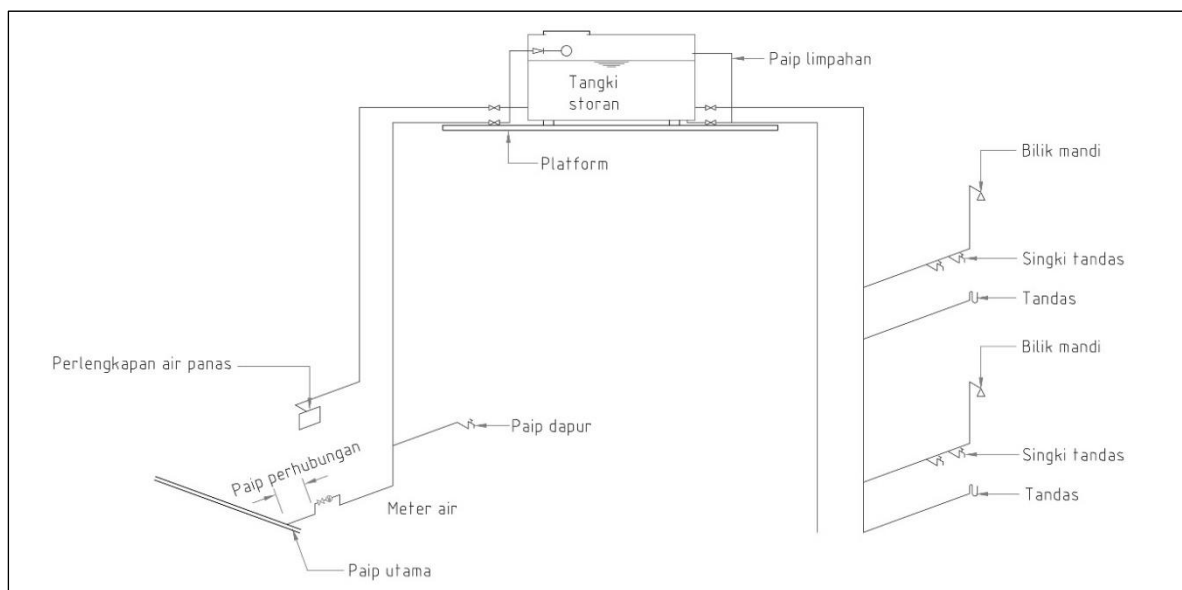
Tempat pembiakan yang berpotensi dan risiko air bertakung dalam air boleh diminum dan air tidak boleh diminum diringkaskan seperti di bawah.

| Kemudahan/Sistem                                                                                                                              | Kemungkinan Air Bertakung | Fasa Pembinaan Bangunan        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Sistem perpaipan adalah sistem tertutup semasa mod operasi (Air terawat sebagai air boleh di minum)                                           |                           |                                |
| • Tangki Bukan Konkrit Bertetulang                                                                                                            | Pasti                     | T&C (Pengujian & Pentaullahan) |
| • Tangki Konkrit Bertetulang                                                                                                                  | Pasti                     | Pemasangan/T&C                 |
| • Kolam Renang                                                                                                                                | Pasti                     | Pemasangan/ T&C                |
| Sistem basah pemadam kebakaran dan sistem penyamanan udara adalah sistem tertutup semasa mod operasi (Air terawat tetapi tidak boleh diminum) |                           |                                |
| • Tangki Air                                                                                                                                  | Pasti                     | Pemasangan                     |
| • Menara Penyejuk                                                                                                                             | Pasti                     | Pemasangan                     |
| Air Hujan, Air Kelabu dan Air Hitam (Air tidak terawat)                                                                                       |                           |                                |
| • Sistem Penuaian Air Hujan                                                                                                                   | Pasti                     | Pemasangan /T&C/Penyerahan     |
| • Talang Bumbung                                                                                                                              | Pasti                     | Pemasangan /Penyerahan         |
| • Lubang Lif                                                                                                                                  | Pasti                     | Pemasangan                     |
| • Saliran Dalaman dan Takungan                                                                                                                | Pasti                     | Pemasangan                     |
| • Sistem Sanitari                                                                                                                             | Pasti                     | Pemasangan                     |

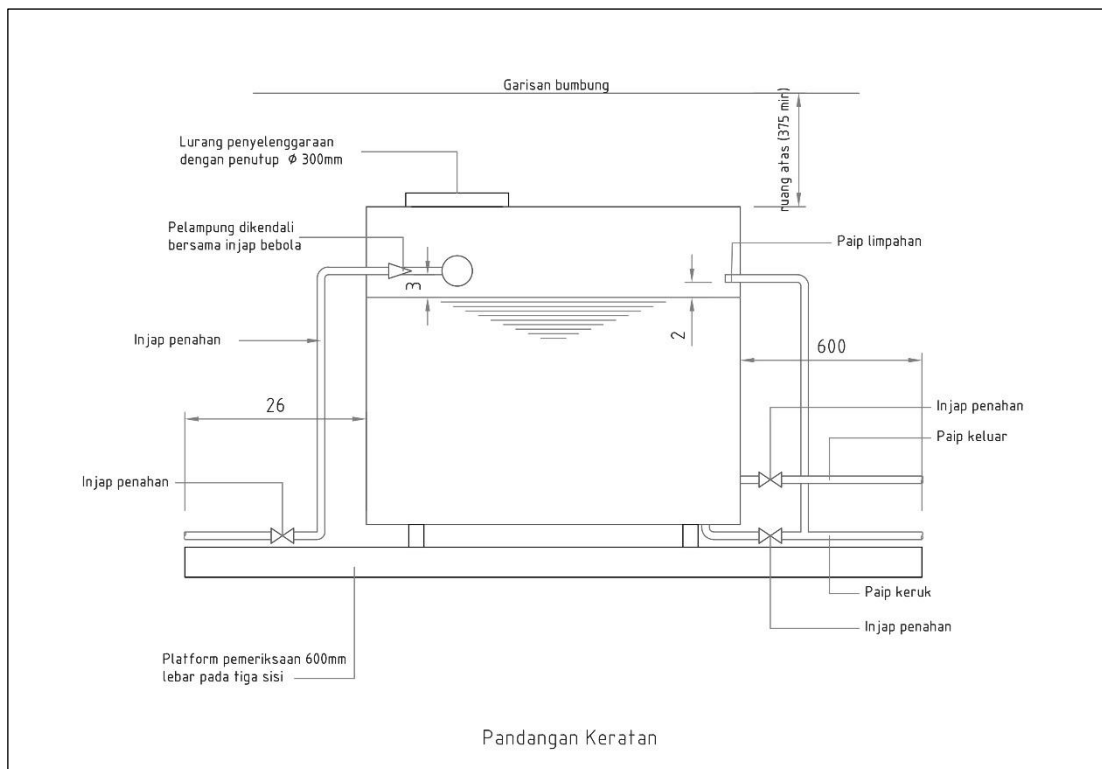
## 6.3 Sistem Perpaipan, Kolam Renang dan Perkhidmatan Sokongan

### 6.3.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Rajah 6.1 menunjukkan sistem perpaipan tipikal untuk premis kediaman bertanah. Sistem air sejuk ialah air yang boleh diminum. Dengan itu, air dalam sistem ini mestilah tidak tercemar bermula dari fasa pemasangan hingga operasi.



**Rajah 6.1** Gambar rajah skema sistem perpaipan bekalan air untuk premis kediaman bertanah yang tipikal (Sumber: Panduan Teknikal Seragam SPAN)



**Rajah 6.2 Butiran yang tipikal bagi tangki simpanan (Sumber: Panduan Teknikal Seragam SPAN)**

- Semua bukaan yang terdapat dalam sistem mesti ditutup dengan jaring nyamuk atau yang setara untuk menghalang nyamuk memasuki sistem. Langkah ini dianggap penting kerana air berkemungkinan dimasukkan ke dalam sistem secara sengaja atau tidak sengaja.
- Tangki Konkrit Bertetulang (RC) boleh digunakan untuk air yang boleh diminum. Oleh itu, langkah-langkah yang diambil mestilah lebih menyeluruh seperti memasang penutup sementara pada lurang akses.

### 6.3.2 Operasi dan Penyelenggaraan

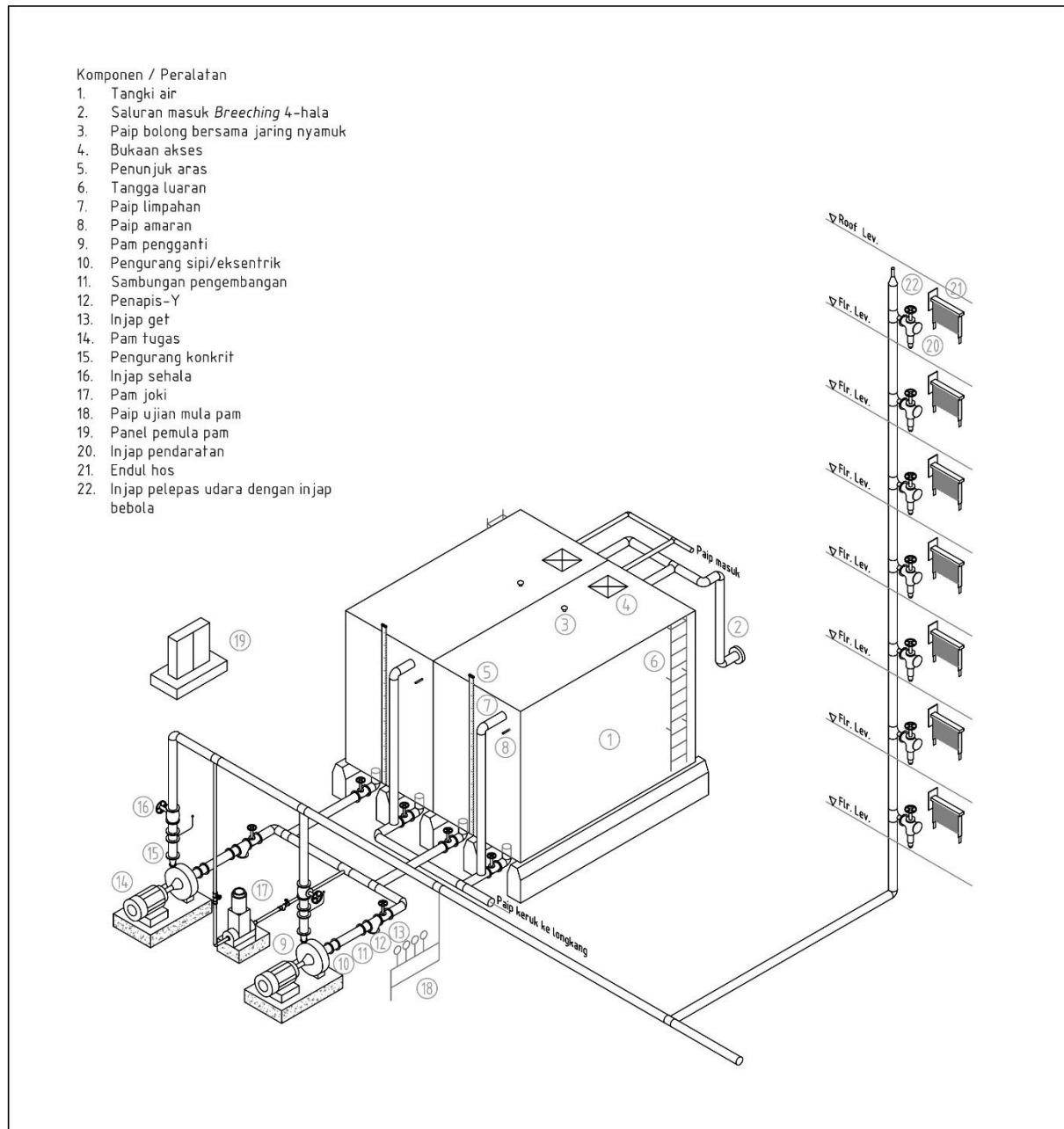
- Sistem perpaipan adalah sistem tertutup. Semasa operasi, mungkin berlaku kebocoran kecil yang akan menghasilkan tompokan air bertakung. Langkah segera mesti diambil untuk memperbaiki semua kebocoran dalam bilik kemudahan. Kawasan yang berkemungkinan berlaku kebocoran adalah di tangki simpanan, paip limpahan (kecuali jika disambungkan ke paip keruk) dan pada pengedap pam.

- Semasa fasa pembinaan kolam renang, air hujan mungkin masuk ke dalam kolam dan mewujudkan tempat pembiakan nyamuk. Oleh itu, air di dalam kolam mesti dipam keluar tetapi tidak sehingga kering dan tahap pH air yang tinggal dalam kolam perlu dinaikkan kepada 10 atau lebih.
- Penyelenggaraan kolam renang hendaklah dilaksanakan mengikut saranan pengeluar. Semasa tempoh tidak digunakan yang panjang, kekalkan paras air yang mencukupi bagi mengelakkan keretakan pada kolam dan tahap pH air dinaikkan kepada 10 atau lebih.

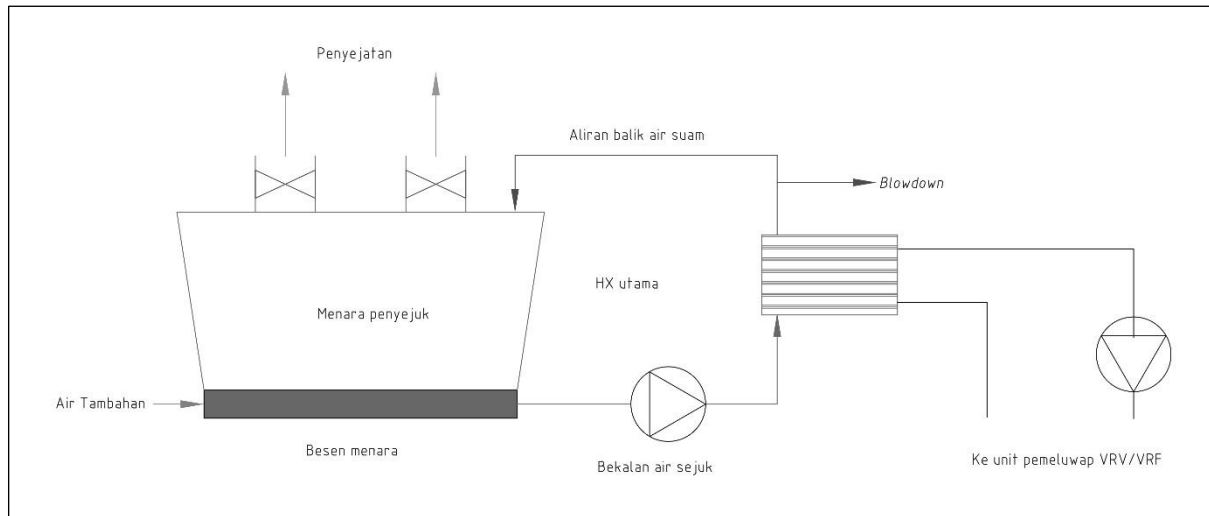
#### **6.4 Sistem Basah Pemadam Kebakaran dan Sistem Penyamanan Udara (termasuk menara penyejuk)**

##### **6.4.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk**

- Rajah 6.3 dan 6.4 menunjukkan susunan tipikal untuk sistem penaik basah dan sistem penyamanan udara. Sistem basah pemadam kebakaran dan sistem penyamanan udara khususnya menara penyejuk hendaklah sentiasa kering jika sistem-sistem ini tidak digunakan dalam tempoh masa yang panjang. Air yang dirawat secara kimia akan menjadi cair dan menjadi tempat pembiakan nyamuk.
- Jika air baki tidak dapat dielakkan, tahap pH air perlu dinaikkan melebihi 10.



Rajah 6.3 Susunan tipikal bagi sistem penaik basah



**Rajah 6.4 Susunan tipikal sistem penyamanan udara dan menara penyejuk**

#### 6.4.2 Operasi dan Penyelenggaraan

- Apabila berada dalam mod operasi, sistem-sistem ini tertutup sepenuhnya dan bukaan tangki mesti dilengkapi dengan jaring atau yang setara untuk menghalang nyamuk daripada memasuki tangki.
- Bagi menara penyejuk yang beroperasi sebagai sebuah unit pengganti, takungan pengumpulan hendaklah ditambah dengan larvasid secara berkala.

#### 6.5 Talang Bumbung (termasuk Sistem Penuaian Air Hujan – SPAH)

Terdapat 2 jenis bumbung bangunan iaitu:

1. Konkrit bertetulang dengan kecerunan
2. Berstruktur dengan jubin

##### 6.5.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Bumbung konkrit bertetulang dengan kecerunan hendaklah direka bentuk dengan saliran/talang di sekeliling (perimeter) untuk menyalurkan air ke paip aliran turun (*downpipe*).

- Bumbung RC rata dengan kecerunan yang tidak mencukupi boleh menghasilkan genangan air. Adalah dicadangkan agar bumbung RC rata mempunyai kecerunan sehingga 10 darjah untuk memastikan air tidak bertakung. Takungan air jika berlaku, boleh merosakkan membran kalis air yang dipasang pada bumbung RC.
- Talang bumbung hendaklah direka bentuk dengan kecerunan untuk mengalirkan air hujan ke paip aliran turun dan seterusnya didiscaj ke saluran perimeter (tanpa air bertakung). Bilangan paip aliran turun (n) untuk talang ditentukan berdasarkan keluasan bumbung. Untuk memastikan air yang bertakung dalam talang bumbung dapat dikeluarkan, adalah disyorkan untuk mempunyai (n+1) paip aliran turun. Oleh itu, terdapat alur keluar tambahan. Jika SPAH dipasang, ia akan menerima air hujan dari talang bumbung secara graviti dan akan memasuki sistem yang tertutup sepenuhnya dengan tangki simpanan yang mempunyai jaring nyamuk pada paip limpahan.
- Untuk menghapuskan air bertakung, jejaring dawai sementara hendaklah dipasang pada semua titik paip aliran turun untuk membolehkan air hujan mengalir sambil menghalang serpihan daripada menyebabkan paip tersumbat.
- Penapis kubah hendaklah dipasang pada bukaan masuk setiap paip aliran turun. Slot berlubang pada penapis ini akan menghalang serpihan yang bersaiz besar memasuki paip aliran turun dan menghalang paip aliran turun daripada tersumbat tetapi masih boleh memastikan air bertakung di dalam talang dapat disalurkan.
- Penapis kubah hendaklah dipasang lebih rendah daripada ketinggian menegak talang. Ini akan membolehkan air hujan masuk dari bahagian atas sekiranya terdapat penyumbatan di dasar dan dapat memastikan semua air baki dalam talang dapat disalurkan sepenuhnya.



**Rajah 6.5 Penapis Kubah**

### 6.5.2 Operasi dan Penyelenggaraan

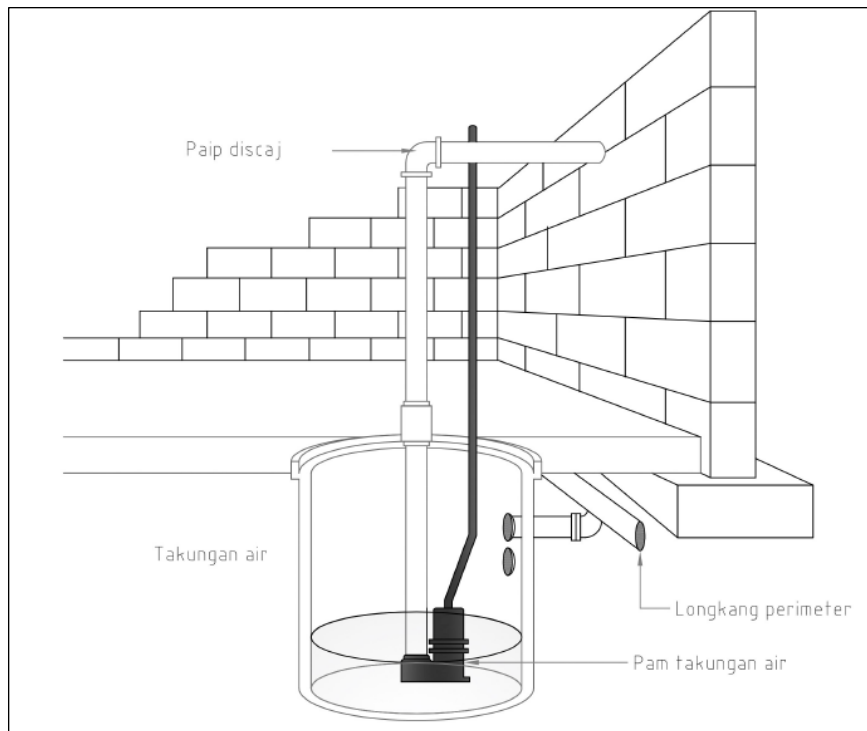
- Semasa musim hujan, adalah perlu untuk membersihkan serpihan yang terkumpul pada jejaring dawai sementara bagi memastikan aliran air tidak terganggu, dan pembersihan ini perlu dilakukan sekurang-kurangnya sebulan sekali.
- Penyelenggaraan tahunan bagi penapis kubah perlu dilakukan untuk mengeluarkan serpihan terkumpul.
- Semasa tempoh liabiliti penyelenggaraan, bumbung RC mesti dipantau untuk mengenal pasti kawasan genangan air dan diperbaiki untuk mengelakkan air bertakung yang boleh menjadi tempat pembiakan nyamuk aedes.

### 6.6 Saliran Perimeter Dalam, Saliran Erong dan Takungan Ruang Bawah Tanah (termasuk lubang lif)

Saliran erong dan takungan sering didapati di tingkat bawah tanah dan akan terletak di aras paling rendah. Air hujan tidak dapat dielakkan daripada memasuki bangunan melalui bukaan laluan masuk kenderaan. Air hujan ini akan mengalir ke saluran erong dan akan terkumpul di takungan.

#### 6.6.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Kecerunan saluran erong mesti diubah daripada nilai standard dan hendaklah dibuat lebih curam. Cerun yang lebih curam dengan kecuraman minimum 10 darjah tidak akan memberi impak kepada kedalaman di hujung kerana takungan adalah jauh lebih dalam. Kecerunan yang lebih curam akan memastikan sebarang air baki yang bertakung di sepanjang saluran akan tersejat.
- Pam tenggelam dengan kawalan apungan perlu digunakan untuk mengepam keluar air tetapi sebahagian air berkemungkinan tertinggal di dalam takungan. Tahap pH air baki boleh dilaraskan supaya melebihi 10 dan dikekalkan pada tahap pH ini sehingga sistem beroperasi.



**Rajah 6.6 Lubang Takungan Tipikal di Ruang Bawah Tanah**

### 6.6.2 Operasi dan Penyelenggaraan

- Kosongkan lubang takungan dengan menggunakan pam takungan, dan tahap pH air baki perlu dilaraskan agar melebihi 10.
- Lubang takungan perlu dilengkapi dengan pengepaman, perpaipan, injap atau peralatan lain yang sesuai untuk memudahkan proses penyahairan apabila diperlukan.

## 6.7 Sistem Sanitari Bangunan

Secara amnya, dalam sistem sanitari, bendalir akan mengalir melalui tindakan graviti dari lekapan ke lurang di aras bawah dan sekali lagi melalui tindakan graviti, ia akan mengalir ke lurang seterusnya sehingga ia mencapai lurang luaran. Semasa peringkat pembinaan sistem sanitari, paip sanitari yang dipasang mesti dilindungi daripada serpihan yang mungkin jatuh ke dalamnya dan menyebabkan penyumbatan. Oleh itu, kebanyakan bukaan sanitari ditutup rapat atau terkedap sehingga lekapan sanitari dipasang (Rajah 6.7).

### 6.7.1 Pertimbangan Perancangan dan Reka Bentuk

- Perangkap Lantai:
  - Kebanyakan lekapan sanitari dilengkapi dengan pengedap air untuk menghalang bau busuk daripada sistem sanitari masuk ke dalam bangunan. Oleh itu, sebarang perangkap lantai yang terletak di kawasan umum yang biasanya disalurkan ke paip discaj saliran lantai tidak memerlukan pengedap air. Dengan ini, tiada air bertakung dalam perangkap lantai.
  - Adalah disyorkan supaya perangkap lantai dengan akses atas menggantikan perangkap lantai dengan akses bawah untuk memudahkan pembuangan serpihan dan pengedap air (Rajah 6.8).

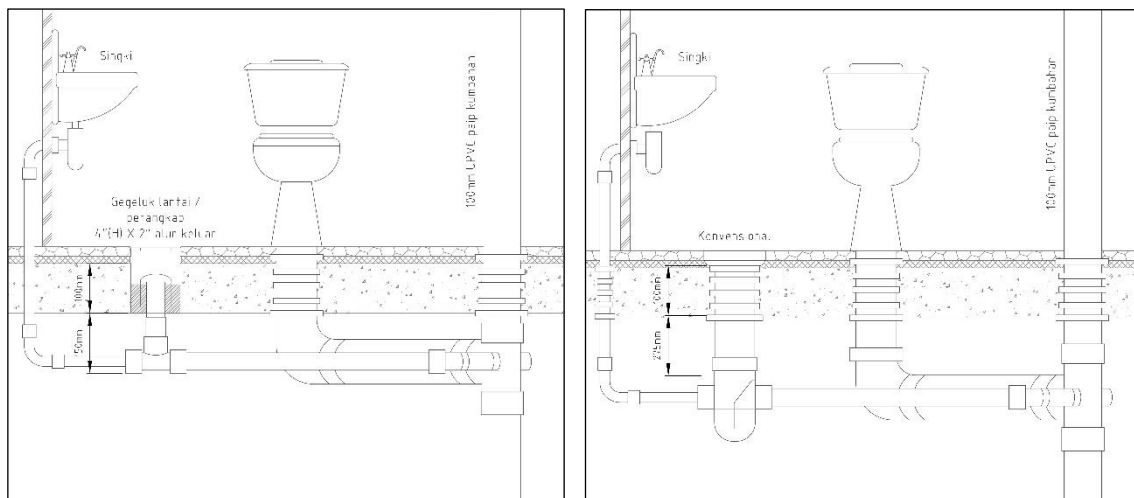


(a) Badan silinder perangkap lantai yang dipasang pada papak lantai dengan penutup.



(b) Penutup perangkap lantai ditanggalkan selepas jubin dipasang. Perhatikan pengedap air di dalamnya.

**Rajah 6.7 Peringkat pembinaan hingga peringkat akhir perangkap lantai**



(a) Perangkap lantai akses atas dengan pengedap air, berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk tetapi boleh diakses dari atas untuk mengeluarkan air bertakung jika perlu.

(b) Perangkap lantai jenis konvensional dengan pengedap air yang berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk dan sukar diakses untuk mengeluarkan air bertakung kerana terletak di bawah lantai.

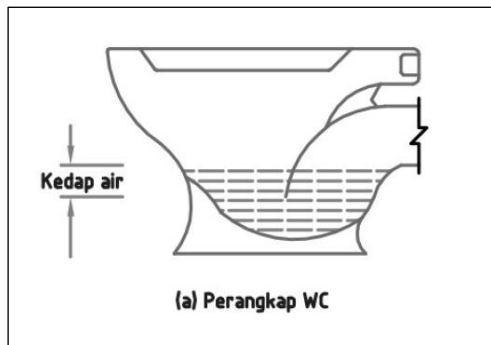
#### Rajah 6.8 Pengedap air perangkap lantai semasa fasa operasi (Ihsan Spind Malaysia)

- Perangkap Gegeluk:

Rumah kediaman bertanah akan mempunyai pemasangan gegeluk luaran. Adalah disyorkan agar perangkap gegeluk luaran ini dikeluarkan dan digantikan dengan discaj terus dengan akses pembersihan ke lurang sanitari yang terletak bersebelahan dengannya. Pemasangan gegeluk luaran tidak diwajibkan dalam mana-mana standard. Gegeluk luaran ditutup dengan jeriji yang terdedah kepada atmosfera dan air akan bertakung sekiranya sesuatu projek perumahan itu terbengkalai atau rumah tidak dihuni.

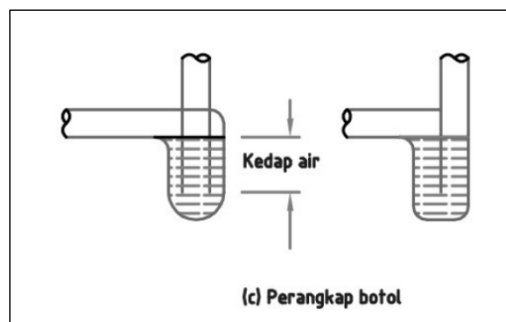
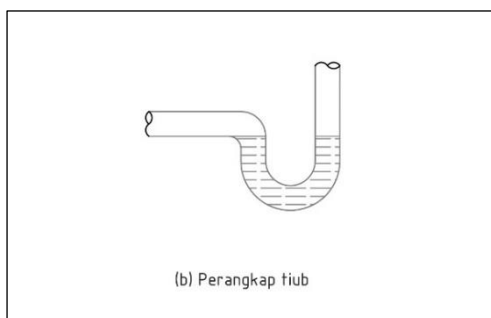
- Lekapan:

Tahap pH air di dalam pengedap air mesti dilaraskan supaya melebihi 10.



Tahap pH pengedap air mangkuk tandas bagi air dalam mangkuk perlu dilaraskan melebihi 10.

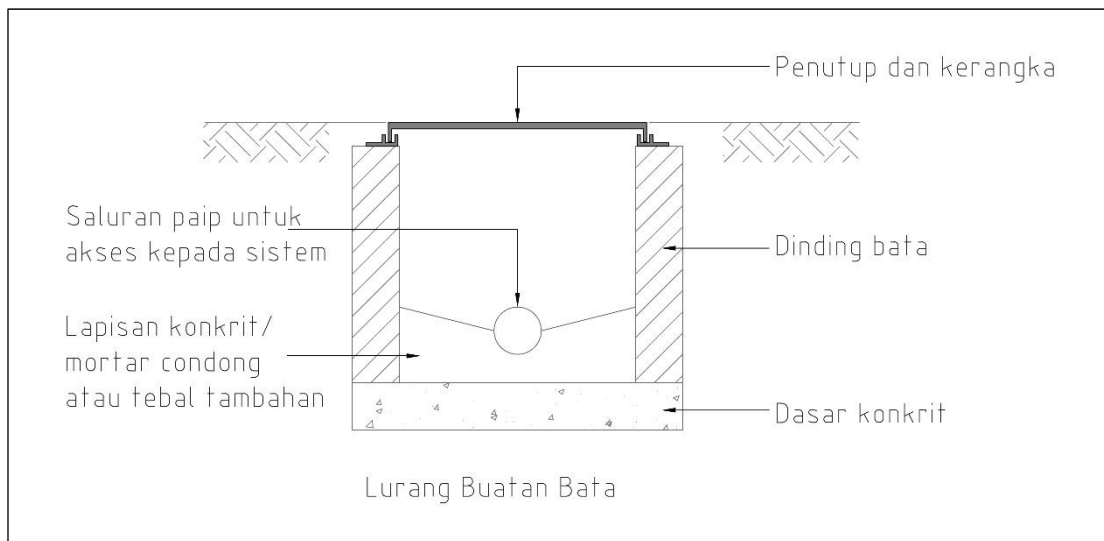
Mangkuk Tandas



**Rajah 6.9 Penedap air besen semasa fasa operasi**

- Lurang Sanitari:

Lurang mesti terletak di aras tanah dengan aras lantai berkedalaman sekurang-kurangnya 1 meter. Bagi projek berskala besar, akan terdapat beberapa lurang yang bersambung untuk menghalakan tanah dan sisa ke paip sanitari luaran. Apabila lurang telah siap, air hujan boleh meresap masuk dan menyebabkan air bertakung. Walaupun air bertakung ini boleh dipam keluar, akan terdapat air baki di dalamnya. Tahap pH air baki mesti sentiasa dilaraskan kepada 10 atau lebih.



**Rajah 6.10 Lurang Tipikal untuk Sistem Sanitari**

## **7.0 TAPAK PEMBINAAN**

### **7.1 Pengenalan**

Terdapat banyak tapak pembinaan kejuruteraan dan bangunan di seluruh negara. Tapak pembinaan adalah salah satu tempat pembiakan biasa bagi semua nyamuk termasuk nyamuk Aedes. Setiap tapak pembinaan mempunyai susun atur dan kaedah pembinaan yang berbeza pada pelbagai peringkat pembinaan. Bab ini merangkumi kebanyakan aktiviti di mana-mana tapak pembinaan. Air bertakung atau genangan air terutamanya semasa musim monsun, boleh menjadi tempat pembiakan nyamuk.

### **7.2 Tempat pembiakan yang berpotensi**

Mengekalkan pengemasan yang baik di tapak pembinaan adalah penting untuk memastikan tiada air yang bertakung selepas hujan. Semua kawasan air bertakung mesti dibersihkan setiap kali selepas hujan lebat. Antara kawasan yang berpotensi untuk pembiakan nyamuk termasuklah:

- Kawasan kerja tanah dan kemudahan kawalan hakisan dan sedimen
- Tempat penyimpanan bahan binaan
- Tumbuhan dan peralatan di kawasan terbuka
- Hak laluan/Rizab
- Kuarters kakitangan

### **7.3 Langkah – Langkah Pencegahan dan Kawalan**

#### **7.3.1 Garis Panduan Am**

Kesedaran dikalangan pekerja adalah penting untuk memastikan tapak pembinaan bebas daripada tempat pembiakan nyamuk. Terdapat pelbagai kaedah yang boleh digunakan untuk menyampaikan maklumat kepada pekerja dan juga pelawat. Berikut adalah garis panduan am untuk mengawal penyebaran demam denggi:

- Seluruh kawasan tapak kerja mesti dibahagikan kepada beberapa zon untuk memudahkan pengurusan aktiviti kawalan denggi dengan seorang yang bertanggungjawab bagi setiap

zon. Pekerja perlu ditugaskan untuk melakukan pemeriksaan dan pemantauan harian di sekitar tapak pembinaan berdasarkan pembahagian zon. Pemeriksaan yang lebih teliti perlu dilakukan di kawasan zon merah. Pemeriksaan harian untuk mencari dan memusnahkan tempat pembiakan nyamuk mesti dilakukan di kawasan yang telah dikenal pasti.

- Pekerja mesti diberi taklimat mengenai tempat pembiakan nyamuk, bagaimana seseorang boleh dijangkiti oleh gigitan nyamuk aedes, kesan kepada kesihatan akibat denggi dan langkah-langkah pencegahan di peringkat individu. Maklumat ini perlu dimasukkan sebagai topik dalam taklimat keselamatan dan kesihatan harian.
- Risalah kesedaran, poster atau kain rentang boleh digunakan sebagai peringatan kepada semua pekerja untuk meningkatkan kesedaran tentang kebersihan diri dan kebersihan di Kuarters Pekerja Berpusat (CLQ).
- Pemeriksaan berkala menggunakan dron perlu dilakukan untuk memantau kawasan terpencil yang sukar diakses dengan berjalan kaki dan di atas bumbung, terutamanya selepas hujan.
- Kontraktor diwajibkan untuk memastikan semua kawasan dibersihkan dan dikemaskan. Semua bekas makanan pakai buang, beg plastik dan botol mesti dibersihkan dari tapak kerja pada setiap masa. Semua barang yang rosak dan tidak digunakan mesti dilupuskan secara berkala. Tempat kerja mesti bebas daripada sampah sepanjang masa.
- Semua bekas sisa pukal, tong pengangkut sampah dan tong sampah mesti dilupuskan secara berkala dan sapukan minyak antinyamuk pada tanah di bawah bekas tersebut.
- Lantai tandas dan bilik air mestilah bebas daripada air bertakung.
- Kawasan yang sukar untuk dikeringkan mesti disapu dengan minyak antinyamuk sekurang-kurangnya sekali seminggu sekali dan perlu disapu semula sebaik sahaja selepas hujan.
- Rumput dan tumbuh-tumbuhan lain mesti dipotong secara berkala kerana kawasan ini adalah tempat nyamuk bersembunyi daripada cahaya matahari.

- Kontraktor yang berkecualan mesti dilantik untuk melakukan semburan kabus sebaik sahaja terdapat kes denggi yang disahkan.

### **7.3.2 Pelan Kerja Tanah & Pelan Kawalan Hakisan dan Sedimen (ESCP)**

- Tiada kawasan dengan air bertakung dibenarkan di semua kawasan di bawah ESCP, dan sebarang genangan air yang terbentuk harus segera dibersihkan (Rajah 7.1).
- Semua kawasan lekukan dan tanah tidak rata yang disebabkan oleh mesin mesti ditimbun semula, diratakan, dipadatkan dan ditanam dengan rumput.
- Semua baldi jengkaut dan aksesori lain yang tidak digunakan tidak boleh ditinggalkan di kawasan terbuka. Sekiranya ditinggalkan, pemeriksaan harian mesti dilakukan untuk memastikan tiada air bertakung di dalamnya.
- Semua saliran sementara dan alur limbah kecemasan mesti dibina dengan kecerunan yang membolehkan air mengalir dengan bebas bagi mengelakkan genangan air.
- Memastikan semua air yang menuju ke takungan sedimen atau kolam takungan dirawat dengan larvasid.
- Semua air hujan yang terkumpul dalam penghalang plastik disebabkan oleh penutup yang hilang, celahan dan retakan perlu dihentikan penggunaannya serta-merta sehingga ia diperbaiki sepenuhnya.
- Kawasan lopak air di atas tanah dan kawasan genangan air mesti ditimbus semula dan dipadatkan dengan tanah atau pasir.
- Semua peparit tidak boleh mengandungi air bertakung.
- Saliran dan saluran sementara perlulah kering dan jika terdapat air bertakung di dalamnya, minyak antinyamuk hendaklah digunakan.
- Lubang takungan dan perangkap kelodak mesti dibersihkan secara berkala.



**Saliran tersumbat**



**Gegeluk semasa kerja tanah**



**Penimbusan tidak sekata dengan genangan air**

**Rajah 7.1 Kawasan di bawah ESCP yang boleh menyebabkan air bertakung**

### **7.3.3 Penyimpanan Bahan Pembinaan**

- Semua bahan pembinaan – kepingan zink, acuan, batang keluli, rasuk logam, perpaipan, mangkuk tandas yang belum dipasang dan tangki mestilah bebas daripada air bertakung.
- Periksa genangan air di atas tanah yang berada di bawah bahan-bahan tersebut.
- Simpan semua paip dalam kedudukan condong atau miring untuk mengelakkan pengumpulan air.

- Batang logam berongga, tong dan bekas yang tidak digunakan hendaklah bebas daripada air bertakung.
- Kotak penyimpanan alat dan bahan tidak boleh terdedah kepada hujan untuk mengelakkan pengumpulan air.
- Baldi rosak, tong skip, tin cat dan tin bahan kimia yang kosong tidak boleh dibiarkan di kawasan terbuka di mana air hujan boleh terkumpul.
- Penutup tong, tin, tong sampah dan bekas sampah mestilah bebas daripada air.
- Kanvas, kepingan, kain terpal dan penutup plastik hendaklah diratakan untuk mengelakkan lipatan yang boleh menyebabkan pengumpulan air hujan.
- Air yang disimpan di dalam tangki, bekas, tong, tangki penapisan, dan tangki pemendapan perlu dirawat dengan larvasid. Tutup semua alur keluar air dengan jaring antinyamuk.
- Bekas sisa pukal, tong skip dan tong sampah tidak boleh mengandungi air bertakung.
- Hapuskan air yang bertakung di kawasan yang dipenuhi serpihan pembinaan (Rajah 7.2).



**Serpihan pembinaan**



**Genangan air di lantai**

**Rajah 7.2 Kawasan bahan pembinaan yang boleh menyebabkan air bertakung**

#### 7.3.4 Loji dan Peralatan

- Keluarkan semua air yang terkumpul di dalam lubang takungan yang perlu diselenggara secara berkala.
- Ruang mencuci kenderaan tidak boleh mengumpul air bertakung selepas aktiviti mencuci dijalankan (Rajah 7.3).
- Periksa kotak instrumen (cth. meter air) dan bukaan lain (cth. aci lif, lubang cerucuk) untuk memastikan tiada air bertakung.
- Kabin pejabat tapak – periksa di atas dan di bawah bumbung serta kepingan zink untuk memastikan tiada air bertakung.
- Pejabat tapak yang menggunakan kontena – Periksa di dalam dan di bawah kontena untuk memastikan tiada air bertakung. Pasang bumbung bercondong untuk semua struktur sementara di tapak. Kecerunan minimum untuk bumbung rata adalah 10%.
- Pengumpulan air terpeluwap dari unit luar penyaman udara mesti dikeluarkan.
- Pastikan semua tangki, perangkap gegeluk dan loji tidak mengumpul air.
- Air di dalam aci lif atau aci pembinaan hendaklah dipam keluar selepas hujan.
- Periksa pengumpulan air di lantai yang tidak rata selepas hujan.
- Pengadun konkrit dan kereta sorong tidak boleh mengandungi air.
- Tangki kiub ujian konkrit mestilah dirawat dengan menggunakan larvasid atau minyak antinyamuk.
- Periksa dan pam tandas secara berkala (sebelum diserahkan kepada pemaju).



**Rajah 7.3 Kawasan penimbunan yang tidak dirawat dan ruang pencucian**

#### **7.3.5 Hak laluan / Rizab**

- Kesemua kawasan di bawah hak laluan perlu dibersihkan untuk mengelakkan pengumpulan air bertakung, terutamanya selepas hujan.
- Bekas makanan terbuang dan sampah lain perlulah dibersihkan setiap hari.
- Rumput dan tumbuhan mesti dipotong secara berkala.
- Semua lopak air dan kawasan genangan air akibat lekukan tanah perlu ditimbus semula.
- Bina dan selenggara saliran untuk mengalirkan air ke luar kawasan.

#### **7.3.6 Kuarters Kakitangan**

- Pastikan tiada kawasan dengan genangan air atau air bertakung di mana-mana kawasan di dalam dan di sekitar perimeter kuarters kakitangan, terutamanya selepas hujan lebat.
- Semua bekas plastik, periuk, kualiti dan bekas makanan yang lain mestilah bebas daripada air bertakung.
- Lantai yang tidak rata di tandas dan bilik mandi perlulah diratakan semula untuk mengelakkan pengumpulan air bertakung.

- Semua tangki air yang tidak digunakan mesti dikosongkan dan mangkuk tandas yang tidak digunakan mesti ditutup dan terkedap.
- Kosongkan air dalam tangki mandi dan bersihkan bahagian dalam tangki.
- Tutup dan kedapkan semua singki yang tidak digunakan bagi mengelakkan air bertakung di lubang salir.
- Pasang injap antinyamuk dalam perangkap gegelok dan perangkap lantai serta tutup rapat perangkap yang tidak lagi digunakan.
- Kasut but lama dan topi keledar keselamatan yang tidak digunakan mesti segera dibuang.
- Tong sampah mesti ditutup dengan sempurna.
- Aktiviti mencari dan memusnahkan tempat pembiakan nyamuk mesti dijalankan selepas hujan.

#### 7.4 Peruntukan Kawalan & Pencegahan Nyamuk dalam Dokumen Kontrak

Dalam semua kontrak pembinaan, perlu ada peruntukan dalam Senarai Kuantiti (BQ) untuk kontraktor menyediakan langkah-langkah kawalan yang diperlukan bagi mencegah pembiakan nyamuk di tapak pembinaan. BQ hendaklah merangkumi semua langkah pencegahan dan pembetulan serta kawalan pentadbiran. Pihak yang menyediakan BQ hendaklah menjangka semua peringkat pembinaan (daripada pelan kerja tanah dan pelan kawalan hakisan dan sedimen (ESCP) hingga selesai dan penyerahan premis kepada pemilik) yang boleh menyebabkan potensi tempat pembiakan nyamuk aedes. Spesifikasi kontrak hendaklah merangkumi perkara yang berikut:

- Memastikan tapak sentiasa kering.
  - Kontraktor bertanggungjawab untuk memastikan keseluruhan kawasan kerja dikeringkan dengan baik dan bebas daripada semua air (termasuk air hujan, ribut, mata air, air mengalir dan air di bawah aras air-bumi, dll.) pada setiap masa untuk memastikan kerja dijalankan dalam keadaan "kering".

- Kontraktor hendaklah menggunakan apa sahaja cara yang diperlukan untuk memastikan tapak kekal kering termasuk mengeluarkan air, menggunakan pam berkuasa tinggi dan membuat saliran sementara daripada tanah dan/atau konkrit atau apa-apa cara lain seperti yang diarahkan oleh Pegawai Penguasa (S.O.).
  - Kontraktor hendaklah memastikan air yang dikeringkan dari tapak bebas daripada tanah, serpihan dan sebagainya.
  - Kontraktor bertanggungjawab mencari alur keluar untuk pelepasan air yang telah dikeringkan dari tapak, dan jika air dialirkan ke saliran awam, kontraktor bertanggungjawab untuk membayar semua yuran yang diperlukan dan memperbaiki sebarang kerosakan pada jalan raya, saliran dan sebagainya.
  - Kontraktor akan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap urusan yang mencukupi bagi memastikan kerja-kerja yang dilaksanakan dalam keadaan kering dan terhadap sebarang kerugian atau kerosakan yang disebabkan oleh kecuaiannya.
- Pencegahan Nyamuk
    - Semua kawasan pengorekan dan tapak di mana air bertakung atau terkumpul hendaklah dikeringkan dengan menggunakan pam atau cara lain.
    - Kontraktor hendaklah mengambil langkah berjaga-jaga yang dianggap perlu atau wajar oleh S.O. untuk mencegah pembiakan nyamuk dan kontraktor hendaklah membayar semua caj seperti yang dikehendaki oleh pihak berkuasa tempatan yang berkenaan bagi langkah anti-Malaria atau anti-Denggi yang diambil.
    - Kontraktor hendaklah mengelakkan daripada membuang atau menimbun sampah, bahan rosak, bahan terpakai, botol kosong, tin dan bekas lain yang boleh mengumpul cecair yang menyediakan tempat pembiakan nyamuk.
    - Kontraktor hendaklah bertanggungjawab ke atas gangguan nyamuk di tapak dan kawasan sekitarnya yang berpunca daripada kegagalan untuk mematuhi keperluan peruntukan dan

dikehendaki melaksanakan apa sahaja langkah pemusnahan nyamuk seperti yang diarahkan oleh S.O. dengan perbelanjaan kontraktor sendiri.

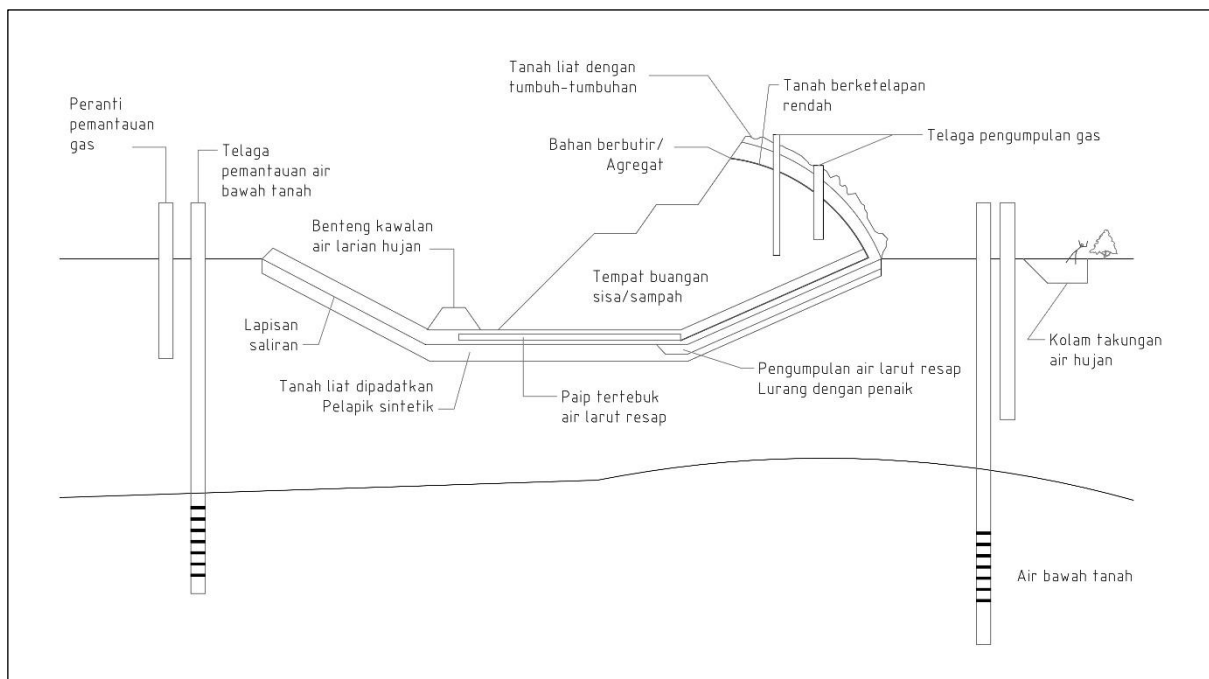
#### **7.5 Senarai Semak Bagi Kawalan Tempat Pembiakan Nyamuk di Tapak Pembinaan.**

- Senarai semak adalah salah satu langkah berkesan yang boleh digunakan semasa audit atau pemeriksaan di tapak kerja. Ia harus disediakan kepada semua pihak yang berkenaan supaya pemeriksaan dan audit sendiri dapat dilaksanakan.
- Senarai semak yang terdapat di bahagian akhir garis panduan ini adalah senarai semak umum yang boleh digunakan di mana-mana tapak pembinaan.
- Secara amnya, aktiviti kawalan vektor dalam senarai semak tersebut adalah menjadi tanggungjawab Pegawai Kesihatan, Keselamatan & Alam Sekitar (HSE) atau Penyelia Keselamatan Tapak (SSS) mengikut keperluan dalam kontrak.
- Bergantung pada saiz tapak pembinaan dan Prosedur Operasi Standard (SOP), pemeriksaan senarai semak boleh dilakukan oleh Jawatankuasa Keselamatan dan Kesihatan atau boleh terus dilakukan oleh kontraktor yang bekerja di tapak.
- Sebarang ketidakpatuhan, terutamanya jika terdapat penemuan larva nyamuk, hendaklah dilaporkan kepada pihak pengurusan dan tindakan pembetulan segera hendaklah diambil.
- Gambar tapak tersebut mesti diambil sebagai bukti dan dipamerkan di kawasan awam untuk mengelakkan kejadian berulang.

## 8.0 PENGURUSAN SISA

### 8.1 Pengenalan

Tapak Pelupusan Sisa Pepejal Perbandaran (MSWLFs) atau tapak pelupusan sanitari menerima sisa isi rumah. MSWLF juga boleh menerima enapcemar tidak merbahaya, sisa pepejal industri dan serpihan daripada aktiviti pembinaan dan perobohan. Pengurusan sisa pepejal yang lestari adalah penting untuk pencegahan tempat pembiakan nyamuk *Aedes*. Tapak pelupusan yang moden adalah kemudahan yang dibina dengan baik yang ditempatkan, direka bentuk, dikendali dan dipantau untuk memastikan pematuhan dengan peraturan di Malaysia. Pelan penempatan tapak pelupusan mengelakkan penempatan tapak pelupusan di kawasan yang sensitif terhadap alam sekitar manakala sistem pemantauan alam sekitar memantau sebarang tanda pencemaran air bawah tanah dan gas dari tapak pelupusan serta menyediakan langkah keselamatan tambahan. Di tapak pelupusan sanitari konvensional, sisa dikekalkan dalam keadaan kering menggunakan pelapik dasar dan penutup. Rajah 8.1 menunjukkan pandangan keratan rentas tapak pelupusan sanitari konvensional. Reka bentuk yang sedemikian akan menghalang penyusupan air hujan, dan cecair yang terhasil daripada proses biodegradasi sisa yang dikenali sebagai air larut resap atau *leachate*, dikumpulkan di bahagian bawah tapak pelupusan dan dapat dilupuskan dengan selamat.



**Rajah 8.1 Keratan rentas tapak pelupusan sanitari moden yang tipikal.**

(Sharma, H.D. and Reddy, K.R. , 2004)

## 8.2 Tempat Pembiakan yang Berpotensi

- Lapisan *sub-base* tapak pelupusan yang tidak dipadatkan dengan betul dan menyebabkan air bertakung di permukaan.
- Lopak air di tapak pelupusan yang menyebabkan air bertakung.
- Sisa pepejal, objek atau bekas yang boleh menakung air di tapak pelupusan dan stesen pemindahan: kawasan penyimpanan sementara (kawasan terbuka).

## 8.3 Pertimbangan Perancangan dan Reka bentuk.

- Reka bentuk tapak pelupusan sanitari harus mengambil kira aliran air dan menyediakan sistem saliran permukaan yang baik untuk mengelakkan air bertakung.
- Lapisan *sub-base* tapak pelupusan
  - Adalah penting untuk menyediakan lapisan *sub-base* dengan betul kerana pelapis tapak pelupusan dibina terus di atas lapisan *sub-base*.
  - Jika lapisan *sub-base* tidak dipadatkan dengan betul, pemadatan sisa pada beberapa lapisan pertama menjadi mencabar dan boleh menyebabkan air bertakung.
  - Dalam tanah yang berpasir, amnya dicadangkan untuk memadatkan lapisan *sub-base* sehingga 85–90% daripada ketumpatan relatif. Semasa pembinaan, ketumpatan biasanya diperiksa pada setiap 30 m titik grid (Bagchi, 2004).
- Pengurusan air larut resap
  - Air larut resap yang melebihi 30 m mesti dikeluarkan dari tapak pelupusan. Air larut resap boleh dikeluarkan melalui aliran graviti atau dengan menggunakan pam.
  - Air larut resap yang dikumpul dari tapak pelupusan boleh disimpan di tapak untuk dirawat kemudiannya atau diangkut untuk rawatan dan pelupusan di luar tapak.
  - Takungan permukaan dan tangki adalah kaedah penyimpanan air larut resap yang biasa digunakan. Pastikan tangki sentiasa bertutup untuk mencegah nyamuk bertelur.

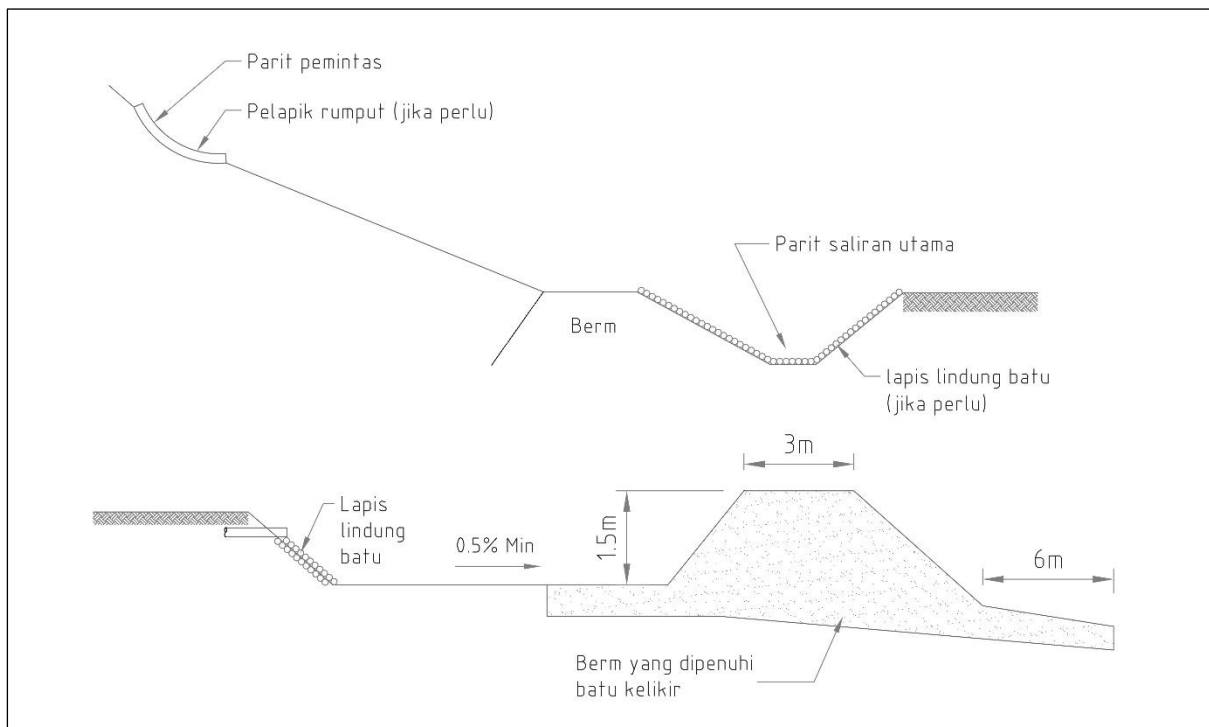


**Rajah 8.2 Kolam pengumpulan air larut resap**



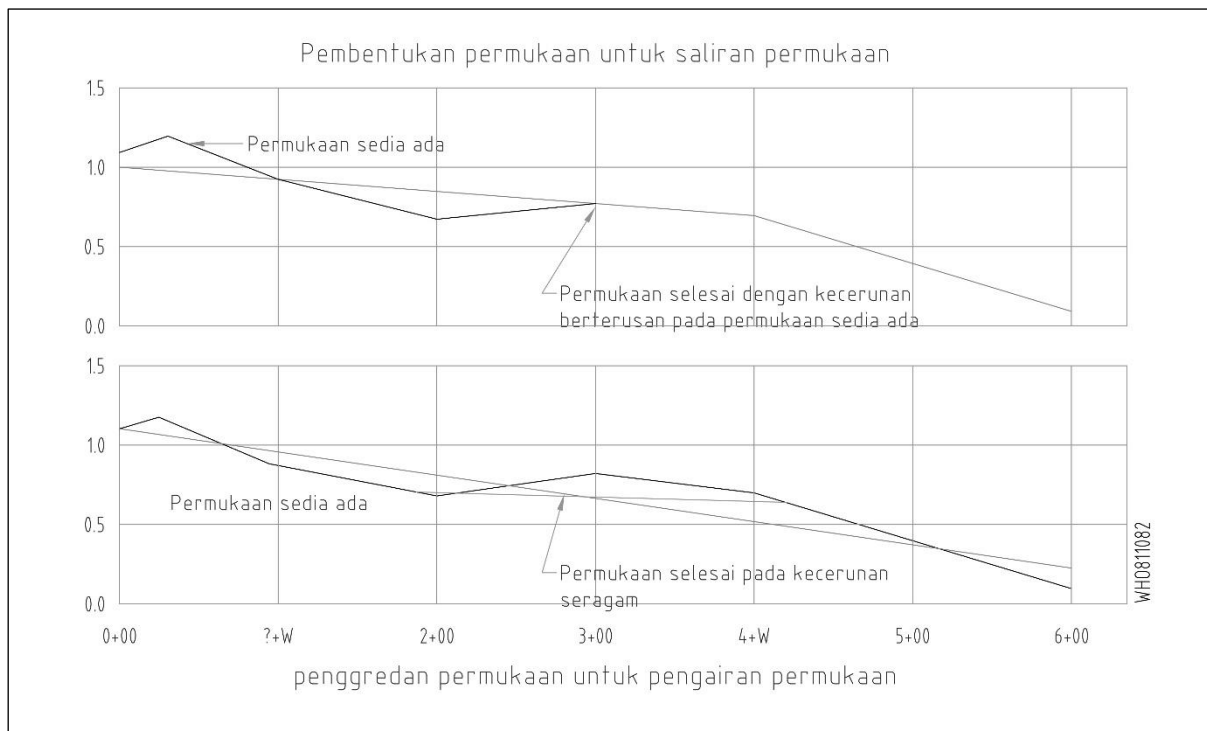
**Rajah 8.3 Loji rawatan air larut resap**

- Pengurusan Air Larian Hujan
  - Parit air larian hujan (Rajah 8.4) diperlukan untuk menghalang air larian hujan daripada memasuki fasa aktif tapak pelupusan, bagi meminimumkan penghasilan air larut resap dan kawasan lopak air.
  - Air larian permukaan di tapak pelupusan perlu dihalakan ke laluan penyaliran semula jadi.



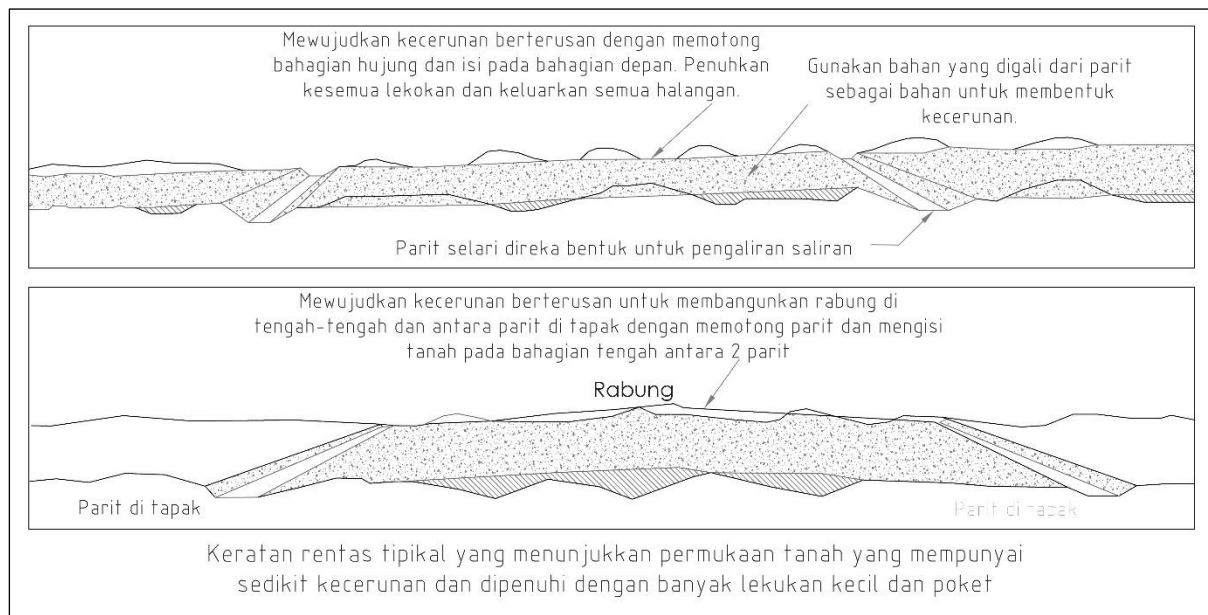
**Rajah 8.4 Keratan rentas parit air larian hujan dan kolam takungan yang digunakan di tapak pelupusan.**

- Pembentukan Tanah/Penggredan
  - Pembentukan tanah mungkin tidak menghasilkan cerun yang rata dan berterusan seperti yang terhasil daripada penggredan tanah, yang diperlukan untuk pengairan permukaan yang baik. Namun begitu, secara amnya ia memperbaiki topografi dan penyaliran permukaan, dengan menghapuskan lubang atau poket yang boleh menakung air. Oleh itu, ia merupakan langkah yang berkesan untuk kawalan nyamuk.
  - Di kawasan berbukit, di mana penggredan yang betul tidak dapat dijustifikasikan dari segi ekonomi, maka pembentukan tanah adalah alternatif yang baik.
  - Rajah 8.5 menunjukkan perbezaan antara pembentukan dan penggredan tanah, dengan profil permukaan asal yang sama. Rajah atas menunjukkan pembentukan tanah untuk penyaliran dan rajah bawah menunjukkan penggredan tanah untuk pengairan permukaan.



**Rajah 8.5 Perbandingan profil permukaan tanah, dibentuk untuk penyaliran (atas) dan digred untuk pengaliran (bawah).**

- Pembentukan tanah juga sesuai digunakan untuk mengalirkan kawasan tanah rata di mana cerun diperlukan (Rajah 8.6). Jarak dan saiz parit ditentukan oleh isipadu pengisian yang diperlukan. Pembentukan ini sangat sesuai di kawasan di mana paras air bawah tanah tidak hampir dengan permukaan, kerana dalam kes ini, parit mungkin perlu digali lebih dalam daripada yang diperlukan.



**Rajah 8.6 Kaedah pengredan permukaan tanah untuk penyaliran**

#### 8.4 Operasi dan Penyelenggaraan

Operasi dan penyelenggaraan tapak pelupusan sanitari/tapak pelupusan merujuk kepada amalan standard pengurusan sisa yang telah ditetapkan oleh pihak berkuasa. Langkah-langkah perlu diambil untuk mengelakkan air bersih bertakung dalam keadaan berikut:

- Tin, botol dan bekas sisa yang boleh menakung air hujan.
- Pengurusan air larian hujan semasa dan selepas hujan.
- Pengendalian air cucian semasa mencuci kenderaan (compactor).
- Sebarang aktiviti yang boleh menyebabkan air bersih bertakung dan terdedah.

#### 8.5 Tapak Pelupusan Sanitari/Tapak Pelupusan Pasca Penutupan

- Aktiviti penutupan tapak pelupusan sanitari atau tapak pelupusan mesti dimulakan dalam tempoh 30 hari dari penerimaan sisa yang terakhir dan mesti diselesaikan dalam tempoh 180 hari (Fauziah et al., 2007). Pastikan tiada lubang yang boleh menakung air.

- Isu teknikal yang kritikal dan perlu ditangani berkaitan dengan penutupan termasuk (1) tahap dan kadar mendapan pasca penutupan dan tekanan ke atas komponen pelapik tanah dan (2) Ketahanan dan kelangsungan jangka panjang sistem penutup untuk mengelakkan pengumpulan air.
- Penutup akhir mestilah lapisan tanah penutup yang diletakkan di atas lapisan sisa terakhir selepas proses pelupusan selesai.
- Tujuan penutup akhir adalah untuk mencegah pembiakan vektor, seperti lalat dan nyamuk serta sisa berselerak (iaitu untuk memastikan sisa yang boleh menakung air tidak terdedah).
- Spesifikasi penutup akhir:
  - Ketebalan penutup akhir hendaklah sekurang-kurangnya 500 mm atau lebih.
  - Penutup akhir hendaklah diletakkan dan dipadatkan dengan betul, iaitu dengan menggunakan jentolak, dan lain-lain.
  - Penutup akhir hendaklah dipadatkan dengan cerun condong kira-kira 2% hingga 5% kecerunan untuk membolehkan penyaliran air hujan.
  - Bahan penutup akhir haruslah tanah atau bahan tanah yang mempunyai kebolehtelapan rendah, tahan hakisan dan sesuai untuk pertumbuhan tumbuh-tumbuhan (terpakai kepada tapak pelupusan dan tapak pelupusan sanitari).

## **9.0 KAWALAN KIMIA**

### **9.1 Pengenalan**

Penggunaan kawalan kimia boleh melibatkan penggunaan larvisid sebagai strategi kawalan rutin atau rawatan ruang dengan racun serangga bersama-sama dengan ujian kerentanan yang mencukupi dan cekap. Kawalan kimia bertujuan untuk mengawal nyamuk semasa pelbagai peringkat kehidupan seperti larva, pupa dan nyamuk dewasa.

Kesan segera kawalan nyamuk menggunakan bahan kimia selalunya bersifat sementara. Oleh itu, kawalan kimia perlu dijalankan secara berterusan untuk mengekalkan kawalan yang mencukupi. Selain itu, penggunaan bahan kimia untuk kawalan nyamuk perlu mematuhi undang-undang dan peraturan tempatan serta mengikut spesifikasi pengilang.

### **9.2 Kawalan Dewasa**

- Di kawasan di mana nyamuk adalah bersifat endofilik (iaitu cenderung untuk berehat di dalam rumah/bangunan) atau eksofilik (iaitu cenderung untuk menggigit dan berehat di dalam rumah/bangunan untuk tempoh yang singkat), semburan residu dalaman rumah yang mempunyai kesan bawaan udara yang baik dianggap sebagai kawalan yang berkesan untuk menghapuskan penularan vektor. Walau bagaimanapun, untuk vektor yang sangat eksofilik atau eksofagik (iaitu berehat dan menggigit di luar rumah), penyemburan ruang luaran (kawalan kecemasan) seperti semburan kabus boleh dipertimbangkan berdasarkan kes virus yang dilaporkan.
- Kawalan dewasa terbahagi kepada dua kategori utama: aplikasi penghalang dan aplikasi rawatan ruang (Jadual 9.1).

**Jadual 9.1 Ringkasan Kawalan Dewasa Yang Disyorkan**

| Item               | Kawalan Dewasa                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | Aplikasi Penghalang                                                                                                                                                                                                                              | Rawatan Ruang                                                                                                                                                                                                                                                |
| Penerangan         | Menyasarkan nyamuk dengan menggunakan racun serangga pada struktur yang meliputi kawasan yang agak kecil dan untuk menyelesaikan masalah tertentu dan bukannya menyasarkan nyamuk dewasa secara meluas.                                          | Mengawal nyamuk dewasa dalam kawasan yang luas dalam tempoh masa yang singkat untuk mengurangkan bilangan nyamuk dewasa yang berjangkit.                                                                                                                     |
| Kaedah disyorkan   | Semburan residu / Semburan <i>perifocal</i>                                                                                                                                                                                                      | Isipadu ultra-rendah (ULV), kabus terma                                                                                                                                                                                                                      |
| Aplikasi disyorkan | 1) Menyembur pada dinding dalam kediaman di mana serangga bersentuhan permukaan yang dirawat.<br>2) Menyembur permukaan bersebelahan sehingga 60 sm dari bekas pembiakan yang berpotensi (dengan atau tanpa penakungan air di kawasan tersebut). | 1) Menggunakan ULV tanpa dicairkan atau sebahagiannya dicairkan pada kadar 0.5-2.0 l/ha untuk kawasan luas.<br>2) Menggunakan kabus terma untuk kawasan dalam kediaman atau di sekitar luar kediaman dengan peralatan pegangan tangan pada kadar 10-50 l/ha. |

- Kelebihan kawalan dewasa adalah:
  - i) Penyelesaian segera yang dapat mengurangkan atau mengawal bilangan nyamuk dewasa dalam kawasan liputan tertentu dalam masa yang singkat.
  - ii) Mampu menyasarkan tempat di mana nyamuk dewasa berada dalam tempoh masa aktif mereka.
- Kekurangan kawalan dewasa adalah:
  - i) Memerlukan instrumen khusus yang dikendalikan oleh kakitangan terlatih dan berlesen untuk penggunaan tersebut.

- ii) Ini adalah tindakan pembetulan dan hanya dilaksanakan selepas bilangan nyamuk dewasa berjangkit mencapai tahap merbahaya.
  - iii) Nyamuk dewasa mungkin menyebarkan keluar dari kawasan liputan yang dirawat.
- Semburan residu dalaman (IRS) adalah applikasi racun serangga pada dinding dalam kediaman untuk membunuh nyamuk sasaran yang hinggap pada permukaan yang dirawat, di mana kegunaan sisa racun serangga tersebut adalah untuk kekal aktif dalam jangka masa yang panjang.
  - Terdapat pelbagai jenis racun serangga yang tersedia untuk rawatan residu (Jadual 9.2) yang juga boleh digunakan untuk rawatan bekas pembiakan yang berpotensi (dengan atau tanpa penakungan air di kawasan tersebut) dan untuk menyembur permukaan bersebelahan sehingga 60 cm dari setiap bekas, pendekatan yang biasanya dikenali sebagai penyemburan *perifokal*.

**Jadual 9.2 Bahan aktif yang tersedia untuk rawatan residu (Chavesse and Yap, 1997)**

| Bahan Aktif         | Jenis Bahan Kimia   | Dos Bahan Aktif (g/m <sup>2</sup> ) | Tempoh Tindakan Berkesan (Bulan) | Ketoksikan: LD50 Lisan Bahan Aktif untuk tikus (mg/kg berat badan) |
|---------------------|---------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Alpha-cypermethrin  | Pyrethroid Sintetik | 0.02-0.03                           | 4-6                              | 79                                                                 |
| Bendiocarb          | Karbamat            | 0.1-0.4                             | 2-6                              | 55                                                                 |
| Carbosulfan         | Karbamat            | 1-2                                 | 2-3                              | 250                                                                |
| Chlorpyrifos-methyl | Organofosfat        | 0.33-1                              | 2-3                              | >3000                                                              |
| Cyfluthrin          | Pyrethroid Sintetik | 0.02-0.05                           | 3-6                              | 250                                                                |
| Cypermethrin        | Pyrethroid Sintetik | 0.5                                 | 4 atau lebih                     | 250                                                                |
| Deltamethrin        | Pyrethroid Sintetik | 0.01-0.025                          | 2-3                              | 135                                                                |
| Etofenprox          | Pyrethroid Sintetik | 0.1-0.3                             | 3-6 atau lebih                   | >10,000                                                            |
| Fenitrothion        | Organofosfat        | 2                                   | 3-6                              | 503                                                                |
| Lambda-cyhalothrin  | Pyrethroid Sintetik | 0.02-0.03                           | 3-6                              | 56                                                                 |
| Malathion           | Organofosfat        | 2                                   | 2-3                              | 2100                                                               |
| Permethrin          | Pyrethroid Sintetik | 0.5                                 | 2-3                              | 500                                                                |
| Pirimiphos-methyl   | Organofosfat        | 1-2                                 | 2-3 atau lebih                   | 2018                                                               |
| Propoxur            | Karbamat            | 1-2                                 | 3-6                              | 95                                                                 |

- Aplikasi rawatan ruang digunakan pada peringkat awal situasi endemik untuk mengawal nyamuk dewasa dalam kawasan yang luas bagi mengurangkan bilangan nyamuk dewasa yang berjangkit. Dengan demikian, aplikasi rawatan ruang ini dapat mengurangkan penularan virus dalam tempoh masa yang singkat.
- Aplikasi Isipadu Ultra-Rendah (ULV) digunakan untuk kawasan sasaran seperti kawasan perumahan berkepadatan tinggi, sekolah dan kawasan yang dilaporkan mempunyai kes penyakit atau kepadatan vektor yang tinggi. Prosedur aplikasi ULV melibatkan racun serangga yang tidak dicairkan atau sebahagiannya dicairkan dalam bentuk aerosol sejuk dengan titisan bersaiz terkawal (15-25 mikron) pada kadar 0.5-2.0 l/ha (Chavesse and Yap, 1997).
- Jika kawasan yang terjejas meliputi kurang daripada 1000 ha atau boleh diliputi dalam tempoh 10 hari, kenderaan darat boleh digunakan. Jika tidak, ULV udara adalah disyorkan. Secara amnya, aplikasi ULV harus dilakukan apabila kelajuan udara di bawah 10 km/jam dan jika boleh, semasa pembalikan suhu berlaku. Masa aplikasi rawatan ULV sebaiknya dilakukan dalam tempoh 3-4 jam terakhir waktu siang, senja atau subuh untuk bersamaan dengan waktu nyamuk paling aktif dan bila serangga yang tidak disasarkan kurang aktif semasa waktu aplikasi. Peralatan yang dipasang pada kenderaan perlu digerakkan pada kelajuan antara 5 hingga 15 km/jam dalam arah angin lintang agar kabut atau kabus bergerak pada sudut tepat kepada arah perjalanan.
- Selain ULV, kabus terma (Rajah 9.1) kini digunakan di kawasan kecil atau kebiasaannya di dalam rumah/bangunan atau kawasan berhampiran luar kediaman melalui peralatan pegangan tangan pada kadar 10-50 l/ha dengan saiz titisan yang kurang tepat. Penggunaan kaedah ini berkesan terhadap nyamuk dewasa kerana tingkah laku berehat nyamuk dan kekangan ruang di dalam bangunan.



**Rajah 9.1 Semburan Kabus Terma**

- Apabila pengurangan kepadatan vektor yang pantas diperlukan, rawatan ruang menggunakan racun serangga (Jadual 9.3) perlu dilakukan setiap dua hingga tiga hari selama tempoh 10 hari. Aplikasi selanjutnya perlu dilakukan sekali atau dua kali seminggu untuk mengekalkan pengurangan populasi vektor dewasa. Selain kerentanan racun serangga, kadar aplikasi dan saiz titisan, penembusan racun serangga ke dalam rumah/bangunan sangat penting untuk keberkesanan rawatan kerana ia bergantung kepada bukaan bangunan semasa waktu aplikasi.

**Jadual 9.3 Bahan aktif yang tersedia untuk rawatan penyemburan ruang (Chavesse and Yap, 1997; Ong S.Q, 2016)**

| Bahan Aktif        | Jenis Bahan Kimia   | Dos Bahan Aktif (g/m <sup>2</sup> ) |             | Ketoksikan: LD50 Lisan<br>Bahan Aktif untuk Tikus<br>(mg/kg berat badan) |
|--------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------|
|                    |                     | Aerosol Sejuk                       | Kabus Terma |                                                                          |
| Cyphenothrin*      | Pyrethroid Sintetik | 2-5                                 | -           | 318                                                                      |
| Fenitrothion*      | Organofosfat        | 250-300                             | 270-300     | 503                                                                      |
| Malathion*         | Organofosfat        | 112-693                             | 500-600     | 2100                                                                     |
| Pirimiphos-methyl* | Organofosfat        | 230-330                             | 180-200     | 2018                                                                     |

- Semua racun serangga yang digunakan untuk kawalan dewasa mesti didaftarkan dengan Lembaga Racun Makhluk Perosak (LRMP) di bawah Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan serta mematuhi peraturan yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) di bawah Kementerian Alam Sekitar dan Air.

### 9.3 Kawalan Pembiakan

- Komponen penting dalam kawalan nyamuk adalah kawalan pembiakan (Jadual 9.4) di tapak pembiakan domestik seperti tayar, tin kosong, pasu bunga atau mana-mana kawasan pengumpulan air bertakung yang boleh diakses oleh nyamuk.

**Jadual 9.4 Ringkasan Kawalan Pembiakan Yang Disyorkan**

| Item       | Kawalan Pembiakan                                                                        |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | Larvisid                                                                                 | Agen Permukaan                                                                                                                             | Remedi Rumah                                                                                                                                                   |
| Penerangan | Langkah pelengkap kepada sanitasi asas dan sesuai dilakukan pada spesies nyamuk domestik | Boleh digunakan pada badan air untuk menghalang larva dan pupa nyamuk daripada bernafas melalui sifon yang menjulur di atas permukaan air. | Boleh mengurangkan atau memecahkan ketegangan permukaan badan air untuk menghalang nyamuk bertelur atau membunuh larva nyamuk dengan kepekatan yang mencukupi. |
| Jenis      | Bio-rasional, pertumbuhan serangga, pengawalan pertumbuhan serangga (IGR)                | Minyak mineral yang ditulenkan, filem monomolekul (derivatif alkohol)                                                                      | Air sabun                                                                                                                                                      |
| Catatan    | Toksisiti yang sangat rendah kepada mamalia, tidak mengubah rasa, bau atau warna air.    | Berkesan terhadap larva atau pupa peringkat akhir                                                                                          | Tidak disyorkan oleh WHO dan kekurangan penyelidikan saintifik atau penyelidikan kukuh untuk menyokong kaedah ini.                                             |

- Kelebihan kawalan dewasa adalah:
  - i) Tindakan pencegahan yang berkesan untuk mengawal pertumbuhan larva atau pupa.
  - ii) Mampu menghapuskan larva atau pupa dengan lebih cekap kerana ia terkandung dalam kawasan tertentu.
- Walau bagaimanapun, penggunaan bahan kimia yang salah boleh mencemar alam sekitar atau bahan yang digunakan oleh manusia atau haiwan.
- Racun perosak yang mengawal larva nyamuk dikenali sebagai larvisid yang tergolong dalam empat kategori seperti bio-rasional, minyak permukaan, pengawalan pertumbuhan serangga dan produk kimia (California Department of Public Health, 2010).
- Secara amnya dipersetujui bahwa penggunaan larvisid adalah lebih berkesan daripada penggunaan jenis racun serangga untuk kawalan nyamuk dewasa kerana bentuk nyamuk yang

belum matang di dalam air biasanya berada dalam badan air yang mudah dicapai, agak tidak bergerak dan tidak dapat melarikan diri.

- Larvisid hanya perlu dipertimbangkan sebagai langkah pelengkap kepada sanitasi asas dan hanya sesuai untuk spesies nyamuk domestik.
- Larvisid mesti mempunyai toksisiti yang sangat rendah terhadap mamalia dan tidak mengubah rasa, bau atau warna air kerana kebanyakan nyamuk *Aedes* cenderung untuk membiak di dalam bekas simpanan air.
- Agen permukaan seperti minyak mineral yang dituliskan atau filem monomolekul (derivatif alkohol) boleh digunakan pada badan air untuk menghalang larva nyamuk dan pupa bernafas melalui tiub yang dikenali sebagai “sifon” yang memanjang ke atas permukaan air. Filem ini boleh kekal di permukaan dari beberapa jam ke beberapa hari bergantung kepada ciri-ciri produk dan menyediakan prestasi berkesan terhadap peringkat akhir larva dan pupa.
- Terdapat peningkatan minat terhadap remedi rumah untuk mengawal pembiakan seperti menggunakan air sabun (Tsang, 2015) sebagai alternatif untuk kawalan pembiakan nyamuk. Secara teori, ia berfungsi dengan mengurangkan atau memecahkan ketegangan permukaan air bertakung untuk nyamuk bertelur dan kepekatan air sabun yang mencukupi boleh membunuh larva nyamuk. Walau bagaimanapun, tiada standard yang dibangunkan bagi penggunaan kaedah ini dan kurang penyelidikan saintifik untuk menyokong kaedah ini. Tambahan lagi, terdapat kajian saintifik yang mendapati larva *Aedes aegypti* mempunyai keupayaan toleransi terhadap perubahan pH dalam badan air dan mampu bertahan dan berkembang dalam julat pH 4 hingga 11 (Thomas et al., 2017).
- Pada masa ini, terdapat tiga sebatian yang biasanya digunakan untuk mengawal pertumbuhan larva atau pupa: *temephos*, *methoprene* dan *permethrin* (Jorge et al., 2012). Racun perosak kimia jarang digunakan untuk mengawal larva nyamuk berbanding dengan kaedah yang lain, tetapi larvisid organofosfat seperti *temephos* boleh digunakan secara tidak begitu kerap kerana potensi kesannya terhadap organisma bukan sasaran. Ia juga boleh digunakan untuk merawat air sementara atau air yang sangat tercemar di mana terdapat sedikit organisma bukan sasaran atau ternakan tidak dibenarkan masuk. Methoprene, juga dikenali sebagai sejenis pengawalatur pertumbuhan serangga (IGR), mampu mengganggu perkembangan fisiologi larva sehingga menghalang kemunculan nyamuk dewasa.

- Prosedur aplikasi larvisid boleh dilakukan melalui penyembur mampatan yang dikendalikan secara manual untuk air yang tidak boleh diminum dan kawasan bersebelahan kerana ini menghasilkan residu yang boleh memusnahkan infestasi larva sedia ada dan yang seterusnya. Tambahan lagi, jarum suntikan atau pipet boleh digunakan untuk merawat pasu beraliran air di dalam bangunan dalam kawasan tertentu. Larvisid kimia yang paling banyak digunakan adalah dalam bentuk cecair (contohnya, suspensi akueus atau pekatan yang boleh diemulsikan) dan pepejal (contohnya, butiran pepejal atau pasir).
- Kitaran rawatan larvisid sangat bergantung kepada spesies nyamuk, corak hujan dan jenis tapak pembiakan. Secara amnya, dua atau tiga kali rawatan setahun antara tempoh hujan dianggap berkesan. Rawatan yang lebih kerap mungkin diperlukan bergantung kepada kualiti air dan pendedahan kepada cahaya matahari. Penggunaan larvisid mesti mematuhi peraturan tempatan dengan ketat untuk memahami ketoksikan akutnya. Penjagaan yang sangat rapi perlu dilakukan apabila merawat air yang boleh diminum untuk mengelakkan dos yang toksik kepada manusia atau haiwan.

#### **9.4 Kawalan Kimia dalam Pelan Reka Bentuk Kebersihan**

- Semasa peringkat perancangan dan penstrukturan kawalan kimia dalam pelan reka bentuk kebersihan, keperluan berikut perlu dipertimbangkan:
  - i) Prosedur kerja
  - ii) Keselamatan pekerjaan termasuk kebersihan diri dan permit pekerjaan (jika perlu)
- Adalah lebih baik untuk membahagikan bangunan kepada beberapa bahagian kebersihan bagi tujuan kebersihan bangunan atau kawasan dalaman seperti berikut:
  - i) Bahagian tidak ditakrif yang bersih dan kering (contohnya tiada permukaan mendatar di mana air boleh bertakung).
  - ii) Kawasan sederhana bersih yang sering dikenali sebagai “bahagian kelabu” (contohnya sudut atau tepi).

- iii) Kawasan bersih yang sering dikenali sebagai “bahagian putih” (contohnya permukaan yang rata dan jelas).
- Terdapat keperluan untuk mewujudkan kawalan kimia kritikal ke atas tempat pembiakan larva nyamuk, dengan tujuan untuk bertindak sebelum infestasi berlaku.
- Pembasmian kuman secara kimia adalah proses ketidakaktifan tak boleh balik ke atas mikroorganisma hidup yang terpilih atau spesifik, yang dapat mengurangkannya ke tahap yang boleh diterima untuk tujuan yang ditetapkan. Jika genangan air tidak dapat dielakkan di lokasi seperti pancutan air, bumbung dan mana-mana permukaan tidak rata di kawasan terbuka, maka pembasmian kuman menggunakan bahan kimia sering diperlukan.
- Kaedah biasa pembasmian kuman secara kimia untuk air adalah:
  - i) Rawatan peroksida
  - ii) Rawatan natrium hipoklorit
- Rawatan hidrogen peroksida mungkin memerlukan penambahan sekitar 40 ppm peroksida yang kekal dalam genangan air dengan masa mastautin selama 20 hingga 24 jam untuk membasmi kuman dalam air dengan sewajarnya.
- Bagi natrium hipoklorit, kepekatan normal biasanya sekitar 0.5 ppm klorin aktif.
- Kedua-dua rawatan pembasmian kuman secara kimia ini mempunyai kelebihan dalam penghapusan semua organisma yang aktif dalam genangan air secara berkesan serta melindungi semua bahagian genangan air daripada larva nyamuk. Walau bagaimanapun, kelemahan rawatan ini termasuk risiko pengendalian barangan kimia toksik dan residu yang mungkin berinteraksi dengan bahan lain atau persekitaran sekeliling.

## 10.0 KAWALAN BIOLOGI

### 10.1 Pengenalan

Kawalan biologi menggunakan spesies pemangsa dan mikroorganisma patogen untuk mengurangkan populasi nyamuk yang berperanan sebagai vektor penyakit. Selain itu, dengan kemajuan dalam bidang biologi molekul, para penyelidik telah menemui cara memanipulasi bahan genetik untuk mengawal pembiakan nyamuk. Secara amnya, kawalan biologi melibatkan penggunaan pemangsa, bakteria, tumbuhan penghalau nyamuk, dan nyamuk yang diubahsuai secara genetik.

### 10.2 Pemangsa

#### 10.2.1 Ikan Pemakan Jentik-Jentik

- Penggunaan pemangsa nyamuk seperti ikan pemakan jentik-jentik, terutamanya *Gambusia affinis* (ikan pemakan jentik-jentik Barat) dan *G. holbrooki* (ikan pemakan jentik-jentik Timur), bermanfaat dalam memerangi penyakit bawaan nyamuk. Ikan ini memakan larva nyamuk dan dengan demikian meminimumkan kesan gangguan sosial akibat nyamuk (Tahir et al., 2015).
- Kelebihan ikan pemakan jentik-jentik adalah:
  - i) Membesar dan membiak dengan cepat;
  - ii) Makan di permukaan air di mana larva nyamuk biasanya ditemui;
  - iii) Boleh bertahan dalam pelbagai suhu dan kualiti air; dan
  - iv) Efektif dalam mengawal spesies nyamuk air kekal (nyamuk yang membiak dalam habitat air kekal) berbanding spesies nyamuk air banjir (nyamuk yang membiak dalam habitat air sementara), lebih berkesan terhadap spesies larva yang bernafas di permukaan, dan berprestasi lebih baik di habitat yang kurang mempunyai tumbuh-tumbuhan (Mazzacano, Celeste; Black, 2013).
- Walau bagaimanapun, ikan pemakan jentik-jentik tidak memakan semua jenis nyamuk di semua habitat, kerana ia hanya makan di permukaan air. Ini adalah kerana mulut mereka yang menghadap ke atas membolehkan mereka memakan larva nyamuk yang hidup di permukaan atau berhampiran permukaan air. Oleh itu, mereka kurang berkesan di kawasan

yang padat dengan tumbuh-tumbuhan dan mungkin menyebabkan peningkatan bilangan nyamuk kerana mereka juga memakan serangga akuatik pemangsa yang memakan larva nyamuk. Selain itu, kepadatan ikan pemakan jentik-jentik turut memainkan faktor penting dalam mengawal keberkesanan kawalan biologi, bergantung kepada jenis ikan pemakan jentik-jentik, lokasi, dan jenis nyamuk.

- Beberapa ikan pemakan jentik-jentik tempatan dan ikan pemakan jentik-jentik invasif bukan asli di Malaysia yang tidak diharamkan oleh Jabatan Perikanan, Malaysia adalah seperti berikut:
  - i) Sebarau (*Hampala Macrolepidota*)
  - ii) Seluang (*Rosbora*)
  - iii) Talapia (*Oreochromis*)
  - iv) Ikan laga (*Gambusia*)
  - v) Ikan timah (*Poecilia*)
- Namun begitu, penggunaan ikan bukan asli melibatkan risiko yang tinggi termasuk kemungkinan ikan tersebut terlepas dan menjadi spesies invasif yang boleh menjejaskan fungsi ekosistem dan biodiversiti (Azevedo-Santos et al., 2017). Oleh itu, penggunaan ikan tempatan adalah disarankan bagi mengawal populasi nyamuk secara berkesan di persekitaran setempat.

### 10.2.2 Kopepod

- Kopepod pemangsa daripada genus *Mesocyclops* (zooplankton) turut digunakan sebagai agen kawalan biologi untuk mengurangkan larva Aedes dalam habitat bekas seperti tempat penyimpanan air dan bekas terbuang. (Rey et al., 2012).
- Kopepod adalah bersaiz kecil (kira-kira 1-2 mm; 0.04-0.08 inci). Mereka bertindak sebagai pemangsa kepada larva Ae. aegypti peringkat instar pertama dan kedua, dengan keutamaan kepada instar pertama dan bertindak sebagai pemangsa yang berkesan untuk kawalan biologi bagi sistem penularan. Kopepod sesuai digunakan dalam perigi, tangki simen besar, balang seramik, dan bekas domestik lain.
- Kelebihan kopepod adalah:
  - i) Banyak ditemui secara semula jadi dalam kawasan tanah bencah,

- ii) Mampu mengalami penangguhan dalam perkembangan apabila sumber makanan berkurang atau habitat menjadi kering, dan
  - iii) Mudah diperolehi dan murah untuk dibiakkan dan boleh diangkut dalam jumlah besar.
- Kajian melaporkan bahawa penurunan kelaziman kopepod (*Mesocyclops*) bertepatan dengan peningkatan kepadatan larva *Aedes* (Tran et al., 2015).
  - Walau bagaimanapun, penggunaan kopepod untuk mengawal *Aedes* dilaporkan sebagai berisiko atas beberapa sebab seperti berikut (Coelho and Henry, 2017):
    - i) Kopepod sensitif terhadap racun perosak dan sering menjadi mangsa kepada ikan pemakan jentik-jentik walaupun terdapat larva nyamuk. Sebagai contoh, dalam ujian toksisiti akut, LD50 bagi *temephos* untuk kopepod air tawar (0.0059 ppm) adalah lebih rendah berbanding LD50 untuk *Ae. Albopictus* (0.0077 ppm);
    - ii) Kopepod hanya berkesan apabila sudah mencapai peringkat dewasa sebelum telur nyamuk menetas;
    - iii) Tubuh kopepod boleh menjadi perumah kepada bakteria penyebab penyakit; oleh itu, adalah disyorkan agar air yang mengandungi kopepod dirawat sebelum digunakan;
    - iv) Menggunakan spesies zooplankton bukan asli ke dalam persekitaran semula jadi boleh menghasilkan impak negatif terhadap alam sekitar dan ekonomi;
    - v) Pembiakan kopepod memerlukan kemudahan dengan teknologi yang sesuai untuk pengeluaran berskala besar dan berkos tinggi serta penggunaan reagen kimia bagi penghasilan alga.

### 10.3 Bakteria

#### 10.3.1 *Wolbachia*

- Kaedah kawalan biologi lain yang berpotensi baik adalah penggunaan *strain* bakteria *Wolbachia* yang diadaptasi untuk menjangkiti nyamuk *A. aegypti*. Australia telah

memanfaatkan kawalan biologi berasaskan *Wolbachia* melalui transinfeksi *A. aegypti*. Dalam pendekatan sedemikian, penularan denggi dikurangkan dengan sekatan pembiakan vektor melalui ketidakserasian sitoplasma dan memendekkan jangka hayat virus dengan menyekat replikasi virus dalam kelenjar air liur nyamuk (Walker et al., 2011).

- *Wolbachia pipientis* menyebabkan kemandulan secara khusus dalam populasi nyamuk jantan dengan menggunakan teknik seperti ketidakserasian sitoplasma (CI) di mana apabila nyamuk jantan yang dijangkiti *Wolbachia* mengawan dengan nyamuk betina normal, kadar kelangsungan hidup jentik-jentik yang dihasilkan adalah sangat rendah (Haikerwal, 2017).
- Malaysia ialah negara kedua di dunia selepas Australia yang menggunakan pendekatan *Wolbachia* untuk mencegah dan mengawal denggi (Kementerian Kesihatan (KKM), 2019).

Projek ini dimulakan oleh penyelidik di unit entomologi perubatan, Institut Penyelidikan Perubatan (IMR), KKM (Nazni et al., 2019). Ketika ini, projek tersebut berada dalam Fasa 2 dan dilaksanakan mengikut kriteria yang disyorkan oleh WHO untuk reka bentuk kajian intervensi denggi (Baernighausen et al., 2017).

- Berdasarkan pemantauan kes pasif, terdapat pengurangan insiden denggi di tapak pelepasan berbanding kawasan kawalan. Walaupun pendekatan ini inovatif, ia masih memerlukan penilaian lanjut kerana model kajian telah menunjukkan pelbagai kerentanan dan kebolehsuaian nyamuk *Aedes* terhadap bakteria ini, yang boleh membawa kepada peningkatan penularan virus (King et al., 2018).

### 10.3.2 Racun Perosak Bakteria Semula Jadi

- Terdapat beberapa bakteria yang menghasilkan toksin nyamuk yang dianggap sebagai racun perosak bakteria semula jadi terhadap larva nyamuk. Bacteria ini dihasilkan dalam kultur buatan, antaranya *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) dan *Bacillus sphaericus* (Bs) (Jabatan Kesihatan Awam dan Nyamuk California dan Persatuan Kawalan Vektor California, 2012).

- Bti yang dihasilkan mengandungi bakteria mati dan kekal berkesan di dalam air selama 24 hingga 48 jam; beberapa formulasi pelepasan perlahan dapat memberikan kawalan yang lebih lama.
- Produk Bs mengandungi spora yang boleh kekal berkesan selama lebih daripada 30 hari dalam keadaan yang sesuai. Bs lebih sesuai digunakan di kawasan air tercemar dan digunakan secara berselang-seli dengan Bti untuk membantu memperlambatkan perkembangan daya tahan nyamuk terhadap bakteria ini (Mazzacano and Black, 2013).
- Keberkesanan bakteria ini dinyatakan dalam unit toksik antarabangsa (ITU/mg) dengan membandingkan mortaliti larva nyamuk yang dihasilkan oleh produk yang diuji dengan mortaliti yang dihasilkan oleh standard rujukan yang sepadan. Sebelum langkah pengawalan dilakukan, kepadatan larva dan peringkat larva diperiksa melalui pensampelan di beberapa tapak yang mewakili tapak pembiakan untuk memastikan keberkesanan tindakan yang diambil serta menentukan dos yang betul dan formulasi yang sesuai digunakan. Sebagai contoh, semasa banjir besar, biasanya satu pertiga daripada kawasan yang terjejas perlu dirawat dengan granul Bti yang disebarkan menggunakan helikopter (dos: 10-20 kg/ha).
- Beberapa produk Bti dan Bs yang tersedia secara komersial yang digunakan dalam program kawalan nyamuk dan lalat hitam serta keberkesanannya (ITU/mg) telah dinyatakan dalam rujukan (Scarnecchia et al., 2004).

## **10.4 Tumbuhan Penghalau Nyamuk**

### **10.4.1 Tumbuhan**

- Tumbuhan secara semula jadi menghasilkan sebatian bioaktif dan banyak metabolit sekunder yang berfungsi sebagai bahan kimia untuk pertahanan terhadap herbivor termasuk serangga perosak.
- Kebanyakan tumbuhan penghalau nyamuk mempunyai bau yang sangat kuat tetapi selesa bagi manusia serta membantu menyembunyikan bau badan manusia. Dengan demikian, tumbuhan ini dapat menghalang gigitan nyamuk. Di samping itu, menanam tumbuhan penghalau nyamuk di kawasan kediaman boleh menarik hidupan liar lain seperti burung,

yang bertindak sebagai pemangsa semula jadi nyamuk dan meningkatkan kawalan biologi. Menurut Kementerian Kesihatan Malaysia (2016), beberapa tumbuhan tempatan yang bersifat penghalau nyamuk di Malaysia ialah *Lantana camara* (Bunga Tahi Ayam), *Cymbopogon nardus* (Serai Wangi), *Ocimum basilicum* (Bunga Selasih), *Vetiveria zizanioides* (Akar Wangi), *Aloe Barbadensis Miller* (Aloe Vera/Lidah Buaya), *Fernandoa adenophylla* (floramaster), *Eurycoma longifolia* (Tongkat Ali), *Azadirachta indica* (Mahagoni/Mambu) dan *Pelargonium citrosum* (Jeremin). Antara tanaman penghalau nyamuk, *Cymbopogon nardus* (Serai Wangi) ialah tanaman yang paling disyorkan untuk ditanam di landskap dan dalam bekas. Beberapa gambar tumbuhan penghalau nyamuk ditunjukkan dalam Rajah 10.1.

- Tumbuhan penghalau nyamuk boleh ditanam di sekitar patio, dek atau ruang luar rumah, sama ada dalam bekas atau tanam di dalam tanah.
- Tumbuhan penghalau nyamuk yang disyorkan untuk ruang dalaman ialah *sweet basil* (Selasih Manis), *lemon balm* (Balsem Lemon), dan *peppermint* (Pudina) manakala untuk ruang luaran ialah *lavender*, pokok *catnip* dan *citronella*.

#### 10.4.2 Minyak Pati

- Minyak Pati yang diekstrak daripada tumbuhan penghalau nyamuk adalah antara produk kos rendah yang paling biasa digunakan secara meluas sebagai alternatif kepada racun serangga sintetik komersial.
- Beberapa tumbuhan penghalau nyamuk tempatan dengan sifat penghalau nyamuk melalui penggunaan minyak pati ialah *Murraya koengii* (Daun kari), *Pelargonium radula* (Jeremin), *Jasminum officinale* (Bunga Melur), dan *Anthemis nobilis* (Roman Chamomile) (Asnawi et al., 2008; Ismail et al., 2014; Muttiah et al., 2019).



**Rajah 10.1 Tumbuhan Penghalau Nyamuk**

### 10.5 Nyamuk Yang Diubahsuai Secara Genetik

- Kemajuan dalam teknologi berkaitan *A. aegypti* yang diubahsuai secara genetik dengan membawa gen maut dominan - Pelepasan serangga dengan gen dominan yang

mematikan (RIDL) dan pelepasan nyamuk jantan ini merupakan satu lagi pembaharuan dalam intervensi yang menyasarkan kawalan nyamuk (Guzman and Harris, 2015).

- Nyamuk jantan yang diubahsuai secara genetik boleh menyebabkan kemandulan apabila mengawan dengan nyamuk betina. Tambahan pula, produktiviti nyamuk ini boleh ditingkatkan dengan hanya menambah *tetracycline* kepada diet larva. Secara teori, apabila jantan yang diubahsuai secara genetik dilepaskan ke dalam populasi jenis liar dan mengawan dengan betina normal, hampir 100% jentik-jentik akan mati pada akhir fasa larva.
- Kerajaan Malaysia memulakan RIDL pada Disember 2010 dan melepaskan 6000 nyamuk yang diubahsuai secara genetik ke dalam kawasan hutan yang tidak berpenghuni di Pahang (Lacroix et al., 2012). Kaedah ekologi standard dalam entomologi digunakan untuk menilai jarak penerbangan dan jangka hayat nyamuk jantan steril *Aedes aegypti* strain OX513A (My1) dalam keadaan lapangan.
- Proses pengawalseliaan biokeselamatan sebelum kelulusan percubaan lapangan terhad termasuklah pemberitahuan kepada jabatan biokeselamatan, menubuhkan koloni makmal, kajian terkawal dalam makmal, penilaian separa lapangan terkawal, permohonan kepada Jawatankuasa Etika Semakan Perubatan, Jawatankuasa Penasihat Pengubahsuaian Genetik dan Lembaga Biokeselamatan Kebangsaan sebelum akhirnya dilepaskan ke lapangan (Subramaniam et al., 2012).
- Nyamuk jantan steril *A. aegypti* (OX513A) telah dimanipulasi untuk membawa sisipan transgen maut dominan dan bersaing dengan nyamuk jantan jenis liar untuk mengawan. Ekspresi tinggi faktor maut dalam gelung maklum balas positif akan mengehadkan kemandirian transgenik sebanyak 95-97% pada peringkat akhir larva atau awal pupa (Phuc et al., 2007). Walau bagaimanapun, langkah ini memerlukan masa yang panjang dan pelepasan nyamuk secara berterusan selama beberapa bulan. Selain itu, penglibatan masyarakat adalah komponen penting dalam pelepasan nyamuk di lapangan untuk memberikan maklumat, menerima maklum balas daripada orang ramai dan mendapatkan kepercayaan awam melalui ketelusan.

## **11.0 PENGEMASAN DAN SOSIAL**

### **11.1 Pengenalan**

Bangunan kediaman dan komersial, sekolah, bangunan dan kemudahan awam, tanah di bawah kawalan kerajaan, kilang dan kawasan perindustrian, serta tanah kosong merupakan lokasi berpotensi untuk pembiakan nyamuk Aedes, yang boleh menghasilkan risiko wabak denggi. Oleh itu, semua pihak bertanggungjawab dalam membasmi kawasan pembiakan yang berpotensi ini dengan memastikan kebersihan kawasan sentiasa terjaga dan bebas daripada air bertakung.

Selain daripada inisiatif kerajaan untuk memerangi penularan denggi, orang ramai harus memikul tanggungjawab bersama dalam memperbaiki persekitaran mereka. Usaha bersama antara pihak berkuasa dan komuniti boleh memainkan peranan penting melalui program pendidikan dan kesedaran masyarakat yang berterusan untuk mencegah dan mengawal denggi. Meningkatkan kesedaran masyarakat terhadap amalan kebersihan terbaik serta pengurusan persekitaran yang baik untuk menghapuskan tempat pembiakan nyamuk telah terbukti sangat berkesan dalam mencegah wabak denggi.

Perancangan yang baik, reka bentuk kejuruteraan dan pelaksanaan tidak akan sempurna tanpa tingkah laku manusia yang bertanggungjawab dan amalan pengemasan terbaik. Walaupun aktiviti penguatkuasaan oleh pihak berkuasa yang berkaitan masih diperlukan, tingkah laku manusia yang bertanggungjawab merupakan peranan utama yang penting untuk memerangi risiko wabak denggi. Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) telah membangunkan akronim COMBI (Communication for Behavioural Impact) bagi menjangkau masyarakat untuk memainkan peranan mereka dalam pencegahan denggi. Ini adalah kerana manusia adalah penyumbang kepada kewujudan persekitaran kondusif untuk pembiakan nyamuk. Oleh itu, ia juga terletak dalam kawalan tingkah laku manusia untuk mencegah pembiakan nyamuk dan seterusnya menangani penyebaran denggi.

### **11.2 Prinsip Pencegahan**

Dalam peringkat perancangan dan reka bentuk, jurutera harus mempertimbangkan pencegahan risiko denggi dengan mengambilkira prinsip am pencegahan. Prinsip-prinsip pencegahan seperti yang disenaraikan di bawah ini perlu diperluaskan kepada fasa pelaksanaan dan operasi apabila menjalankan sebarang aktiviti pembasmian tempat pembiakan denggi.

- Mengelakkan risiko
  - Sejauh mana yang boleh dipraktikan, elakkan tempat pembiakan nyamuk Aedes seperti mengelakkan sebarang potensi untuk pengumpulan air bertakung.
- Menilai risiko yang tidak dapat dielakkan
  - Risiko denggi berbeza bergantung kepada pelbagai faktor seperti kawasan berisiko tinggi denggi, keadaan cuaca, kebersihan persekitaran, dan sikap komuniti. Sesetengah kawasan terdedah kepada risiko wabak denggi yang sangat tinggi seperti tapak pembinaan terbengkalai. Oleh itu, penilaian tahap risiko boleh membantu dalam merangka langkah pencegahan dan mitigasi yang lebih baik.
- Menangani risiko di sumber
  - Risiko harus ditangani di sumbernya. Demam denggi berpunca dari nyamuk yang membawa virus. Memerangi serangga kecil ini kurang berkesan berbanding dengan menghapuskan sumber tempat pembiakannya.
- Menyesuaikan persekitaran kediaman dengan faktor sosiologi
  - Ini boleh diperbaiki melalui perancangan bandar dan reka bentuk ruang kediaman yang baik untuk pembangunan perumahan.
- Mengadaptasi kemajuan teknologi
  - Teknologi semakin berkembang dan terus mempengaruhi masyarakat moden. Oleh itu, adalah sangat penting untuk mengikuti perkembangan teknologi terkini dalam pemilihan kaedah pencegahan, peralatan, dan bahan. Secara umum, kemajuan teknologi meningkatkan prestasi, ergonomik yang lebih baik dan mengurangkan risiko.
- Menggantikan yang berbahaya dengan yang lebih selamat atau yang kurang berbahaya
  - Kebiasaannya dikenali sebagai prinsip 'penggantian'. Prinsip penggunaan racun serangga ini melibatkan semakan terhadap pilihan yang ada dan kemudian membuat pilihan berdasarkan ketoksikan yang lebih rendah.
- Membangunkan polisi pencegahan denggi yang menyeluruh dan koheren

- Dengan komitmen daripada organisasi atau masyarakat, mempunyai polisi yang baik boleh mengurangkan faktor risiko persekitaran yang menyumbang kepada wabak denggi.
- Memberi keutamaan terhadap langkah perlindungan kolektif berbanding langkah perlindungan individu.
  - Langkah perlindungan kolektif melindungi lebih daripada seorang individu dan mempunyai kelebihan berbanding langkah perlindungan individu. Langkah-langkah ini tidak menghalang gigitan nyamuk, namun dapat mengurangkan kebarangkalian untuk digigit.
- Memberi arahan yang jelas kepada orang ramai.
  - Arahan mesti disampaikan dengan cara yang mudah difahami oleh pekerja atau penduduk. Dengan kata lain, dapat difahami dan relevan. Dengan kemajuan komunikasi pada masa kini melalui pelbagai media sosial, penggunaan gambar rajah atau infografik lebih berkesan untuk menyebarkan maklumat dan meningkatkan kesedaran orang ramai.

### 11.3 Perancangan Sosial

- **Perancangan yang perlu dilaksanakan**
  - Penubuhan pasukan petugas bagi penghuni kilang, bangunan, rumah, pemilik tanah, dan lain-lain untuk merancang pencegahan dan kawalan nyamuk Aedes.
  - Bekerjasama dengan pihak berkuasa tempatan, Jabatan Kesihatan, dan lain-lain agensi berkaitan untuk mendapatkan nasihat serta menjadikan mereka sebagai rakan strategik dalam usaha ini.
  - Menetapkan garis dasar bagi impak denggi di kawasan tersebut.
  - Latihan dan melatih semula kakitangan kesihatan dan komuniti mengenai usaha terkini di peringkat global dalam pembasmian denggi.
- **Mengenal pasti tapak**
  - Penghuni kilang, bangunan, rumah, pemilik tanah, dan lain-lain hendaklah melakukan aktiviti pengawasan Aedes yang khusus secara dalaman sebagai sebahagian daripada penilaian risiko kesihatan. Contohnya, melakukan audit setiap tiga bulan di tapak kawasan yang berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk Aedes.

- **Tindakan yang perlu diambil:** Kawasan yang telah dikenal pasti sebagai berisiko tinggi (kawasan pembiakan nyamuk Aedes) mesti ditangani dengan langkah yang berikut:
  - Menubuhkan pasukan petugas untuk membersihkan tempat pembiakan nyamuk.
  - Melibatkan penghuni sebagai sebahagian daripada pasukan petugas.
  - Mereka bentuk semula kawasan yang menjadi tempat pembiakan nyamuk atau mengubah suai persekitaran untuk mengelakkan potensi pembiakan nyamuk Aedes berulang.
  - Meningkatkan kesedaran masyarakat melalui pendidikan mengenai bahaya demam denggi.
  - Mengedarkan bahan promosi kesedaran denggi seperti risalah dan poster daripada Kementerian Kesihatan dan pihak berkuasa tempatan kepada masyarakat untuk mempertingkatkan kesedaran awam terhadap denggi.

#### 11.4 Mobilisasi Sosial

- Kes denggi lebih banyak berlaku di kawasan bandar berbanding kawasan pinggiran bandar. Dengan kepadatan penduduk yang tinggi, penyebaran denggi menjadi lebih cepat dan meluas.
- Oleh kerana tiada vaksin yang tersedia secara komersial, pencegahan boleh dilakukan dengan mengurangkan habitat dan populasi nyamuk serta mengurangkan pendedahan kepada gigitan nyamuk.
- Hala tuju ke hadapan adalah untuk meningkatkan kesedaran awam tentang denggi, menggerakkan sumber untuk pencegahan dan kawalannya, serta menunjukkan komitmen dalam menangani penyakit ini.
- Dalam mengawal nyamuk Aedes, aspek yang paling penting ialah penglibatan komuniti secara menyeluruh dalam pencegahan dan kawalan. Dalam mengurangkan dan mencegah risiko jangkitan, penerimaan masyarakat terhadap kaedah dan program kawalan vektor yang dicadangkan perlu dikaji bagi memastikan keberkesanannya.
- Antara program yang berjaya membuktikan keberkesanan dan penyesuaian dalam komuniti ialah program COMBI (akronim *Communication for Behavioural Impact* oleh WHO).

- COMBI adalah pendekatan dinamik yang menggunakan mobilisasi sosial dan strategi komunikasi untuk mempengaruhi perubahan tingkah laku dalam kalangan individu, keluarga, dan komuniti ke arah gaya hidup yang sihat.
- Lima (5) prinsip asas yang menggunakan strategi komunikasi bersepadu dalam pelaksanaan program COMBI adalah:
  - Pentadbiran penempatan / Perhubungan Awam dan Advokasi
  - Mobilisasi Komuniti
  - Pengiklanan
  - Komunikasi Interpersonal/Peribadi
  - Pusat Perkhidmatan Promosi

### **11.5 Pengemasan di Kawasan Berpotensi Pembiakan Nyamuk**

Penempatan manusia dan kawasan bukan pertanian banyak mempengaruhi kejadian kes denggi. Berikut adalah beberapa kawasan awam yang sering menjadi lokasi berpotensi bagi pembiakan nyamuk.

- Kawasan Kediaman Bertingkat Rendah
  - Kawasan kediaman jenis ini mempunyai kepadatan penduduk jauh lebih rendah berbanding dengan kawasan kediaman bertingkat tinggi kerana kapasiti ruang yang lebih kecil untuk menampung penghuni.
  - Bagi sesetengah bangunan kediaman, terdapat kediaman yang terletak di luar kawasan kejiranan. Contoh bangunan kediaman bertingkat rendah termasuk rumah teres, rumah berkembar, rumah kluster, banglo, dan rumah bandar.
  - Langkah-langkah pengemasan bagi kawasan kediaman bertingkat rendah adalah seperti berikut:
    - Penyimpanan bahan, peralatan, aset, kenderaan, atau tumbuhan haruslah mampu untuk mengelakkan sebarang pengumpulan air bertakung, terutamanya di kawasan terbuka.

- Kosongkan atau bersihkan bekas penyimpanan air, tong simpanan air, periuk, pasu atau bekas bunga yang tidak digunakan secara mingguan.
- Pastikan keadaan di sekeliling rumah terutamanya longkang, tangki atau lurang bersih daripada sampah, daun atau sisa lain bagi mengelakkan saluran air tersumbat.
- Rumah dengan taman mini atau kawasan landskap, haruslah sentiasa diperiksa jika terdapat tempat yang berpotensi untuk menjadi lokasi pembiakan nyamuk.
- Pastikan alur keluar paip di luar rumah mempunyai sistem saluran yang baik, termasuk tangki septik (Rajah 11.1).

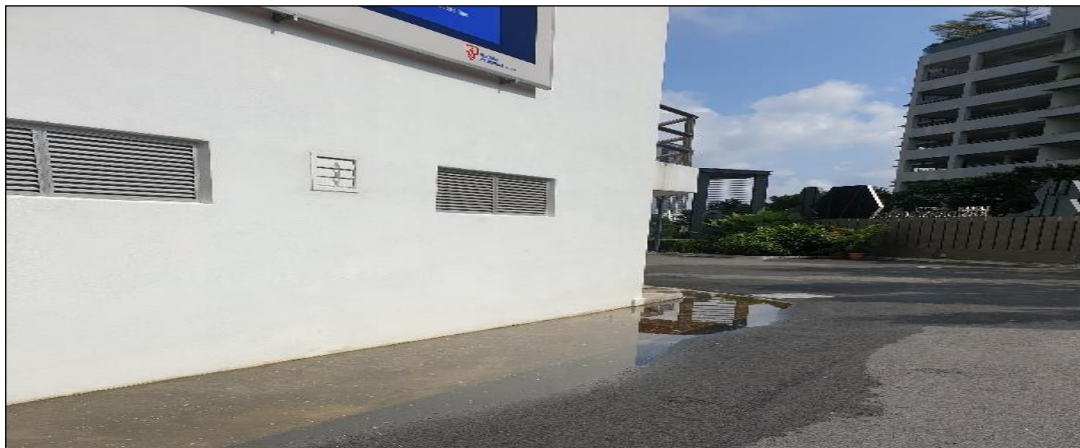


**Rajah 11.1 Tangki septik boleh menjadi tempat pembiakan nyamuk**

- Melupus sisa pepejal dengan betul.
  - Tin minuman atau bekas makanan pakai buang adalah beberapa contoh tempat pembiakan nyamuk buatan manusia yang mesti dibuang dari persekitaran.
  - Periksa sistem saluran di sekitar rumah untuk memastikan tiada air bertakung yang boleh menjadi habitat nyamuk.
  - Tayar terpakai sering menjadi tempat pembiakan nyamuk kerana selalu digunakan untuk landskap yang kebiasaannya berada di kawasan yang terbuka.
- Cadangan untuk menghalang akses nyamuk ke kawasan kediaman dan dalam rumah:
    - Penggunaan penghalang setinggi 3-4 meter dengan jarak 2.7 km.

- Penggunaan jaring dan kelambu nyamuk.
  - Rumah yang dibina di aras tanah terdedah kepada gigitan nyamuk, kerana nyamuk lebih aktif berhampiran permukaan tanah (terbukti dari rumah yang dibina di atas tiang).
  - Pengubahsuaian kediaman.
  - Bekas air di sekitar rumah: gunakan penutup yang ketat pada bekas air mengikut saiz, jenis dan fungsi bekas.
- Bangunan Bertingkat Tinggi
    - Bangunan bertingkat tinggi seperti pangsapuri atau kondominium mempunyai sistem pengurusan yang berbeza daripada jenis perumahan lain, terutamanya dalam menguruskan kawasan gunasama. Biasanya, pengurusan pangsapuri dan kondominium diuruskan oleh strata atau syarikat pengurusan harta yang dilantik oleh Badan Pengurusan Bersama kediaman (JMB) atau pihak berkuasa tempatan.
    - Usahasama bersepadu antara pasukan pengurusan dan penduduk adalah penting untuk menjaga kelestarian persekitaran yang sihat. Amalan kolektif komuniti seperti berikut mempunyai peranan penting untuk membantu mencegah denggi:
      - Program komuniti untuk meningkatkan kesedaran awam berkaitan kawalan nyamuk.
      - Program kerja gotong-royong untuk membersihkan kawasan kejiranan.
    - Kawasan gunasama yang memerlukan perhatian khas dalam pengemasan di kawasan perumahan bertingkat tinggi termasuklah dewan komuniti, taman permainan, kolam renang, rumah ibadat, dan kawasan parkir.
    - Langkah-langkah pengemasan bagi bangunan bertingkat tinggi termasuklah:
      - Air kolam renang mesti dirawat dengan secukupnya secara berkala menggunakan bahan kimia yang sesuai untuk mengelakkan pembiakan nyamuk.
      - Penyimpanan air, tangki atau bekas mesti bertutup dan dikedap jika boleh.

- Tukar air di dalam bekas atau tong air secara berkala sekiranya memerlukan penyimpanan rizab air.
  - Gunakan pasir lembap untuk memastikan tumbuhan pasu atau bunga lembap.
  - Tukar air dalam pasu bunga setiap minggu.
  - Objek yang berpotensi mengumpul air mesti diterbalikkan atau ditutup.
  - Periksa sistem mekanikal yang mempunyai elemen pemanasan atau penyejukan yang boleh menghasilkan air bertakung akibat proses terma seperti pemeluwapan.
  - Periksa kawasan talang yang sukar dicapai dan memerlukan perhatian khas seperti talang bumbung.
- Bagi penduduk atau penghuni bangunan, program kesedaran mengenai risiko nyamuk Aedes dan wabak denggi harus dijalankan secara berterusan sebagai sebahagian daripada pengurusan risiko denggi.



**Rajah 11.2 Pengurusan fasiliti bertanggungjawab untuk menangani isu genangan air**

- Kawasan Perindustrian
  - Mewujudkan atau mengamalkan polisi pengemasan yang lestari seperti program 5S, untuk memastikan tempat kerja sentiasa kemas dan bersih sepanjang operasi perusahaan. Ini boleh membantu majikan, pengurus, atau pekerja untuk mengenal pasti sumber yang berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk Aedes.
  - Pengendalian sisa industri yang betul, terutamanya apabila menyimpan sisa di kawasan terbuka sebelum dihantar ke pusat pengurusan sisa berjadual. Sekiranya hujan, sisa ini boleh menjadi sumber untuk tempat pembiakan nyamuk Aedes dan kawasan di mana nyamuk boleh membiak.

- Bangunan atau pemasangan industri harus mengelak sebarang potensi pengumpulan air melalui pengurusan fasiliti yang baik.
- Loji mekanikal yang mempunyai elemen pemanasan atau penyejukan hendaklah diperiksa untuk mengelakkan potensi pengumpulan air bertakung.
- Bangunan Terbengkalai/Tapak/Tanah Terbiar
  - Pihak berkewajipan untuk menguruskan bangunan terbengkalai, tapak atau tanah terbiar hendaklah dikenal pasti apabila kawasan tersebut wujud.
  - Tapak pembinaan yang terbengkalai merupakan salah satu kawasan utama habitat nyamuk. Pemaju atau pemilik tanah harus bertanggungjawab untuk melindungi kawasan kejiranan yang berdekatan atau kawasan bersebelahan yang diduduki daripada terjejas oleh wabak denggi yang berpunca dari kawasan tersebut.
  - Kilang yang terbengkalai juga berpotensi menjadi habitat nyamuk dan mesti diuruskan oleh tuan tanah. Sesetengah kilang mungkin meninggalkan jentera atau loji yang boleh menyebabkan pengumpulan air dan menjadi kawasan pembiakan nyamuk.
  - Tanah terbiar sering menjadi tempat pembiakan nyamuk disebabkan kurang penyelenggaraan, pengumpulan sampah, dan halangan undang-undang yang menghalang pegawai kesihatan daripada memasuki harta persendirian.
  - Jenis tanah terbiar seperti padang rumput yang tidak dijaga, kawasan yang teduh dan bertumbuhan, serta padang rumput basah lebih digemari oleh nyamuk Aedes untuk membiak.
  - Rumah terbengkalai dan tanah kosong yang dijadikan tempat pembuangan sampah haram telah dikenal pasti sebagai antara kawasan utama yang terdedah kepada denggi. Kebanyakan nyamuk, terutamanya beberapa spesies Aedes dan Culex boleh membiak dalam bekas buatan manusia dan bahan sekerap lain, seperti logam, kotak, kaca, plastik, dan lain-lain, yang (apabila terbiar di atas tanah) mengumpul dan menakung air hujan.

- Sekolah
  - Tahap risiko wabak denggi di sekolah akan meningkat semasa sesi persekolahan kerana kadar penghunian yang tinggi. Oleh itu, adalah penting bagi pihak pengurusan sekolah untuk mengambil tindakan yang perlu untuk mencegah risiko seperti melantik kakitangan khas untuk menyelaras program pencegahan nyamuk.
  - Langkah-langkah pengemasan yang boleh dilaksanakan di sekolah adalah seperti yang berikut:
    - Bunga atau tanaman tidak boleh diletakkan di dalam air; jika tidak dapat dielakkan, mulut bekas perlu ditutup menggunakan span.
    - Piring pasu bunga tidak boleh dibiarkan mengumpul air bertakung.
    - Tukang kebun harus memberi perhatian khusus kepada air bertakung di dalam pasu hiasan atau piring pasu bunga yang terlindung.
    - Sampah seperti tin minuman dan bekas bekal makanan, dan lain-lain hendaklah dibuang dengan betul di dalam bekas sampah bertutup.
    - Longkang hendaklah sentiasa bersih dan tidak tersumbat.
    - Pemeriksaan seluruh kawasan sekolah harus dilakukan seminggu sekali untuk menghapuskan sumber pembiakan nyamuk.
    - Di kawasan utama yang terdedah kepada denggi di mana kesnya tinggi, tingkap dan pintu bilik darjah perlu dipasang dengan jaring nyamuk.
    - Beberapa contoh kawasan di sekolah yang berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk seperti padang bola sepak berumput dengan permukaan yang tidak sekata, air pancut dan kawasan landskap dengan kolam ikan memerlukan perhatian khusus.



**Rajah 11.3 Padang bola sepak berumput dengan permukaan yang tidak sekata boleh menyebabkan air bertakung.**

- Pejabat, Menara Pejabat dan Kompleks Kerajaan
  - Kebanyakan pejabat di kawasan bandar mempunyai pengurusan kemudahan bangunan mereka sendiri untuk memantau risiko wabak denggi dan mengurus persekitaran dengan baik.
  - Audit kebersihan secara berkala perlu merangkumi pemeriksaan kawasan yang terdapat genangan air dan kawasan pembiakan nyamuk.
  - Kesedaran tentang denggi perlu dimasukkan dalam latihan kesedaran dalaman.
- Pusat Komuniti dan Kompleks Sukan
  - Pusat komuniti dan kompleks sukan yang digunakan sebagai kawasan rekreasi awam perlu dilindungi persekitarannya daripada penyakit bawaan vektor melalui langkah-langkah pencegahan denggi.
  - Ini memerlukan penglibatan dan komitmen semua pihak termasuk kerajaan, sektor swasta, pertubuhan bukan kerajaan (NGO), entiti perniagaan, komuniti, dan individu.
- Rumah Ibadat
  - Bagi rumah ibadat, kebiasaannya risiko digigit nyamuk boleh meningkat semasa upacara keagamaan.
  - Program gotong-royong komuniti dan pembersihan secara berkala perlu dianjurkan untuk menghapuskan tempat pembiakan nyamuk seperti sampah atau sisa buangan selepas acara keagamaan.
  - Upacara keagamaan biasanya disertai dengan jamuan untuk meraikan para peserta, dan ini boleh menghasilkan lebih banyak sampah atau sisa seperti cawan kertas dan pinggan plastik. Sampah ini perlu dibersihkan kerana ia mungkin mewujudkan kawasan air bertakung terutamanya semasa musim hujan.
- Pasar Basah dan Pasar Kering
  - Pasar basah mempunyai kecenderungan tinggi untuk mewujudkan tempat pembiakan nyamuk kerana terdapat pelbagai sumber air daripada penyimpanan dan pengangkutan keperluan harian seperti ikan segar, daging, makanan laut, ayam, dan sayuran.

- Risiko penyakit berkaitan nyamuk lebih tinggi di pasar basah berbanding dengan pasar kering. Walaupun persekitaran pasar kering kurang berkemungkinan untuk mengumpul air bertakung, kawasan awam ini mungkin mempunyai tahap risiko yang sama untuk digigit nyamuk jika tidak ada intervensi persekitaran untuk mencegah penyakit bawaan vektor ini.
- Kawasan di bawah pihak berkuasa tempatan termasuk longkang, sungai dan tanah kosong.
  - Pihak berkuasa tempatan memainkan peranan besar dalam pembasmian tempat pembiakan nyamuk.
  - Pembangunan sesuatu kawasan memerlukan perancangan yang teliti termasuk pencegahan penyakit bawaan vektor.



**Rajah 11.4 Nyamuk membiak dalam air bertakung di sepanjang dinding longkang**

- Tapak tong sampah
  - Tapak tong sampah telah menjadi isu alam sekitar dan sosial di Malaysia terutamanya semasa musim hujan. Tong sampah yang melimpah boleh menyebabkan sampah berselerak dan mewujudkan air bertakung selepas hujan sebelum proses kutipan sampah dilakukan.
  - Tapak tong sampah perlu di reka bentuk dengan sistem saliran yang baik untuk mengelakkan air bertakung serta menghapuskan pengumpulan air di sekitar tapak tong sampah.



**Rajah 11.5 Tapak pembuangan sisa pepejal boleh menyebabkan air bertakung**

- Maklumat mengenai kawasan titik panas
  - Menghapuskan tempat pembiakan nyamuk lebih berkesan dengan mengenal pasti kawasan berisiko tinggi denggi dan mengurangkan risiko penyebaran denggi di kawasan tersebut. Pengenalpastian kawasan berisiko tinggi denggi di Malaysia boleh dibantu dengan menggunakan sistem amaran awal denggi yang kini tersedia dan boleh diakses melalui <https://idengue.mysa.gov.my/pageifv2/>. Sistem ini menyediakan rujukan yang baik untuk memerangi dan mencegah wabak denggi di kawasan tertentu berbanding usaha yang dilakukan secara rawak untuk mencari dan memusnahkan tempat pembiakan nyamuk.

## **11.6 Peranan Jurutera Dalam Pencegahan Denggi**

- Jurutera Fasiliti
  - Peranan jurutera fasiliti termasuk melaksanakan penilaian risiko terhadap kawasan yang berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk Aedes.
  - Pengurusan risiko yang dinilai boleh membantu untuk membangunkan program pencegahan dan kawalan risiko yang berkesan.
  - Semasa operasi dan penyelenggaraan bangunan atau fasiliti tertentu, program pencegahan denggi perlu dimasukkan sebagai sebahagian daripada pemeriksaan fasiliti.

- Jurutera fasiliti boleh memanfaatkan keperluan ini dalam program pemeriksaan berkala.
- Perkara yang paling penting adalah menghapuskan sebanyak mungkin tempat pembiakan nyamuk dan pencegahan tempat pengumpulan air bertakung.
- **Kejuruteraan Sosial**
  - Jurutera mempunyai tanggungjawab dan kewajipan etika untuk menjaga keselamatan, kesihatan dan kebajikan orang ramai.
  - Peranan IEM sebagai sebuah institusi kejuruteraan adalah untuk menubuhkan Jawatankuasa Pencegahan dan Kawalan Denggi yang dapat membimbing komuniti serta pihak berkepentingan lain melalui pendidikan, kesedaran awam dan nasihat teknikal yang berkaitan dengan perancangan dan reka bentuk infrastruktur serta kemudahan awam.
  - Kawalan berasaskan kejuruteraan untuk mencegah wabak denggi memainkan peranan penting dalam pengurusan risiko. Pandangan jurutera terhadap isu berkaitan kesihatan adalah penting kerana ia boleh memberi kesan besar kepada kerja mereka dan masyarakat.
  - IEM melalui cawangan-cawangannya akan menyediakan bimbingan dan sokongan kepada semua ahlinya untuk bekerjasama dan menyumbang kepada kesejahteraan masyarakat dan komuniti. IEM juga akan menyediakan latihan kepada ahlinya dalam bidang berikut:
    - Kesedaran mengenai tingkah laku nyamuk Aedes.
    - Garis Panduan Pencegahan dan Kawalan Denggi.
    - Hubungan interpersonal semasa bekerjasama dengan komuniti.
    - Peranan jurutera terhadap aspek kesihatan masyarakat.
    - Bekerjasama dengan agensi kerajaan yang bertanggungjawab dalam pembasmian denggi, dan
    - Pelaporan aktiviti kepada cawangan IEM mengenai garis dasar Denggi dan trend Denggi.

## RUJUKAN

### Bab 1

Bilangan kes dan kematian Demam Denggi 2000-2019, viewed 30 March 2022, retrieved from <<https://idengue.mysa.gov.my/pdf/statistik.pdf#page=3>>.

Dengue and severe dengue, World Health Organization, viewed 30 March 2022, retrieved from <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>>.

Kenyataan Akhbar, Ketua Pengarah Kesihatan Malaysia, Situasi Semasa Demam Denggi, Zika, Chikungunya di Malaysia Tahun 2021, viewed 30 March 2022, retrieved from <[https://www.moh.gov.my/index.php/database\\_stores/store\\_view\\_page/57/1891](https://www.moh.gov.my/index.php/database_stores/store_view_page/57/1891)>.

Life stages of *Ae. aegypti* and *Ae. Albopictus*, Centers for Disease Control and Prevention, U.S. Department of Health and Human Services, viewed 30 March 2022, retrieved from: <<https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycles/aedes.html>>.

Y.L. Cheong et al. (2014) 'Assessment of land use factors associated with dengue cases in Malaysia using Boosted Regression Trees', *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*, 10, 75-84, <http://dx.doi.org/10.1016/j.sste.2014.05.002>.

### Bab 2

Araujo, R.V., Albertini, M.R., Costa-da-Silva, A.L., Suesdek, L., Franceschi, N.C.S., Bastos, N.M. *et al.* (2015). São Paulo urban heat islands have a higher incidence of dengue than other urban areas. *The Brazilian Journal of Infectious Disease*. 19(2), 146-155.

Chareonviriyaphap, T., Akkratanakul, P., Huntamai, S., Nettanomsak, S., & Prabaripai, A. (2004). Allozyme patterns of *Aedes albopictus*, a vector of dengue in Thailand. *Journal of Medical Entomology*, 41, 657-663

Guzman, M.G., Halstead, S.B., Artsob, H., Buchy, P., Farrar, J., Gubler, D.J., Hunsperger, E., Kroeger, A., Margolis, H.S., & Martínez, E. (2010). Dengue: a continuing global threat. *Nature Reviews Microbiology*, 8, S7-S16.

Lawler, S.P. and Lanzaro, G.C. (2005). Managing Mosquitoes on the Farm, UC ANR, Publication #8158 Malaysia Institute for Medical Research (2010). *Dengue Fever Studies (1981-2010)*. Kuala Lumpur, Malaysia: Institute for Medical Research Malaysia.

Li, S., Tao, H., & Xu, Y. (2013). Abiotic determinants to the spatial dynamics of dengue fever in Guangzhou. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 25, 239-247.

Nazri, C.D., Abu Hassan, A., Abd Latif, Z. & Ismail, R. (2011). Impact of climate and land use variability based on dengue epidemic outbreak in Subang Jaya. *2011IEEE Colloquium on Humanities, Science and Engineering Research* Dec 5-6 2011, Penang.

Richards, S., Ponnusamy, L., Unnasch, T., Hassan, H., & Apperson, C. (2006). Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in relation to availability of human and domestic animals in suburban landscapes of central North Carolina. *J Med Entomol*, 43, 543.

Rohani, A., Abdullah, A., Ong, Y., Saadiyah, I., Zamree, I., & Lee, H. (2001). Survey of mosquito larvae distribution in container habitats collected from urban and rural areas in major towns of Malaysia. *Trop Biomed*, 18, 41-49.

Thavara, U., Tawatsin, A., Chansang, C., Kong-ngamsuk, W., Paosriwong, S., Boon-Long, J., Rongsriyam, Y., & Komalamisra, N. (2001). Larval occurrence, oviposition behavior and biting activity of potential mosquito vectors of dengue on Samui Island, Thailand. *Journal of Vector Ecology*, 26, 172-180.

Tun-Lin, W., Kay, B.H., & Barnes, A. (1995). The Premise Condition Index: a tool for streamlining surveys of *Aedes aegypti*. *American journal of tropical medicine and hygiene*, 53, 591-594.

Vanwambeke, S.O., Somboon, P., Harbach, R.E., Isenstadt, M., Lambin, E.F., Walton, C., & Butlin, R.K. (2007). Landscape and land cover factors influence the presence of *Aedes* and *Anopheles* larvae. *J Med Entomol*, 44, 133-144.

Vezzani, D., Rubio, A., Velazquez, S.M., Schweigmann, N., & Wiegand, T. (2005). Detailed assessment of microhabitat suitability for *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) in Buenos Aires, Argentina. *Acta Tropica*, 95, 123-131.

### Bab 3

Benedict M.Q., Levine R.S., Hawley W.A., Lounibos L.P. (2007) Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne Zoonotic*, Dis 7:76–85.

Department of Irrigation and Drainage or DID Malaysia. (2012). *Urban Stormwater Management for Malaysia (MSMA)*. 2<sup>nd</sup> Edition. Kuala Lumpur.

Kibler, D.F. (1982). *Urban Stormwater Hydrology Monograph 7*, American Geophysical Union, Washington D.C.

Road Engineering Association of Malaysia or REAM. (2002). *Guidelines for Road Drainage Design*. Vol. 4-Surface Drainage. Shah Alam, Malaysia.

Schäfer, M.L., Lundstrom, J.O., Pfeffer, M., Lundkvist, E., Landin, J. (2004) Biological diversity versus risk for mosquito nuisance and disease transmission in constructed wetlands in southern Sweden. *Med Vet Entomol*, 18:256–267.

Tun-Lin, W., Kay, B.H., & Barnes, A. (1995). The Premise Condition Index: a tool for streamlining surveys of *Aedes aegypti*. *American journal of tropical medicine and hygiene*, 53, 591-594.

### Bab 4

Malaysian Water Association (1994). *MWA Design Guidelines for Water Supply Systems*. The Malaysian Water Association, Malaysia.

## Bab 5

Malaysian Standard MS 1228:1991 - Code of Practice for Design and Installation of Sewerage System.

Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara or SPAN (2009). Malaysian Sewerage Industry Guidelines, Vol III - Sewer Networks and Pump Stations. Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara, Malaysia.

## Bab 6

Jasmine, P. and Robin P.S.V. (2020). Water quality index of *Aedes aegypti* (L) breeding sites in southern coastal areas of India, *Indian Journal of Science and Technology*, 13(12): 1310-1315.

Nurshuhada Zainon et al., Prevention of Aedes Breeding Habitats for Urban High-Rise Building in Malaysia, *Journal of the Malaysian Institute of Planners*, Special Issue V (2016), 115-128.

## Bab 7

Garis Panduan Pencegahan dan Pengawalan Nyamuk Aedes di Tapak-Tapak Binaan, (2015). Sektor Penyakit Bawaan Vektor, Bahagian Kawalan Penyakit, Kementerian Kesihatan Malaysia.

Guidebook for Best Environmental Practices: Vector Control at LTA Sites (2010) Land Transport Authority, Singapore.

Guidelines on Mosquito Prevention for Contractors of Construction Sites (2017) Administration and Development Branch, Food and Environmental Hygiene Department, Hong Kong.

## Bab 8

Bagchi, A. (2004). Design of landfills and integrated solid waste management, 3<sup>rd</sup> Ed., Wiley, Hoboken, NJ.

Fauziah, S.H., Noorazamimah Aiza, A., & Agamuthu, P. (2007, September). Closure and post closure of landfills in Malaysia-case studies. In Proceedings of the international solid waste association conference, Amsterdam, The Netherlands, 24-26.

Sharma, H.D. and Reddy, K.R. (2004). Geo-environmental engineering: site remediation, waste containment, and emerging waste management technologies. John Wiley & Sons.

## Bab 9

California Department of Public Health. (2010). Best Management Practices for Mosquito Control in California. *CDPH PublicHealth*.

Chavasse, D.C. and Yap H.H. (1997), Chemical Methods for The Control of Vectors and Pests of Public Health Importance. *World Health Organization Pesticide Evaluation Scheme*, WHO/CTD/WHOPES/97.2.

Jorge, R.R., William E.W., Roger J.W., Roxanne C.C., Sheila M.O.C., Joe B., Gabrielle E.S-H. and Aimlee D. L. (2012). North American Wetlands and Mosquito Control. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9 (12), 4537-4605.

Ong S.Q. (2016). Dengue Vector Control In Malaysia: A Review for Current and Alternative Strategies. *Sains Malaysia*, 45(5), 777-785.

Thomas M.C., Benjamin J.F., and Susanna K.R. (2017). pH tolerance and regulatory abilities of freshwater and euryhaline Aedine mosquito larvae. *The Journal of Experimental Biology*, 207 (Pt 13):2297-2304.

Tsang W.S. (2015). Can soapy water be used against mosquito infestation. *Pest Control Newsletter*, 39, 2.

## Bab 10

Asnawi, S., Mohd Zaki, Z., Abdul Azizi, A., Khamis, A.K., Abdul Aziz, B., (2008). Evaluation of the potential of Pelargonium Radula extract in repelling Aedes aegypti. *J. Chem. Nat. Resour, Eng.* 11–19.

Azevedo-Santos, V.M., Vitule, J.R.S., Pelicice, F.M., García-Berthou, E., Simberloff, D. (2017). Nonnative fish to control aedes mosquitoes: A controversial, harmful tool, *BioScience*, 67(1), 84–90.

California Department of Public Health and Mosquito and Vector Control Association of California (2012). Best Management Practices for Mosquito Control in California, 56.

Coelho, P.N. and Henry, R. (2017). Copepods Against Aedes Mosquitoes: A Very Risky Strategy, *BioScience*, 67(6), 489.

Guzman, M.G. and Harris, E. (2015). Dengue, *Lancet*. Elsevier, 385(9966), 453–465.

Haikerwal, A. (2017) ‘Reducing the Global Burden of Dengue: Steps toward Preventive Methods’, *Archives of Preventive Medicine*, 2(1), pp. 028–033. doi: 10.17352/apm.000009.

Ismail, N.A., Roslan, J., Ramli, H., Fathiyah, S., Mohamad, S., (2014). Study of Essential Oil from Malaysian Curry Leaves 3–6.

King, J.G., Souto-Maior, C., Sartori, L.M., Maciel-de-Freitas, R., M. Gomes, M.G. (2018). Variation in Wolbachia effects on Aedes mosquitoes as a determinant of invasiveness and vectorial capacity. *Nature Communications*, 9(1483).

Mazzacano, Celeste; Black, S.H., 2013: Ecologically Sound Mosquito Management in Wetlands, 76.

Muttiah, N.N., Lim, V., Saidin, N.A., (2019). Chemical composition and synergistic repellent activity of Jasminum officinale and anthemis nobilis essential oils against aedes aegypti mosquitoes. *Malaysian J. Med. Heal. Sci.* 15, 30–36.

Nazni, W.A., Hoffmann, A.A., Noor Afizah, A., Cheong, Y.L., Mancini, M.V., Golding, N., Kamarul, M.R.G., Arif, A.K.M., Thohir, H., Nur Syamimi, H.S., Nur Zatil Aqmar, M.Z., Nur Ruqqayah, M.M., Siti Nor Syazwani, A., Faiz, A., Irfan, M.N.F.R., Rubaaini, S., Nuradila, N., Nizam, M.M.N., Mohamad Irwan, M.S., Endersby-Harshman, N.M., White, V.L., Ant, T.H., Herd, C., Hasnor, H.A., Abu Bakar, R., Hapsah, M.D., Khadijah, K., Kamilan, D., Lee, S.C., Paid, M., Fadzilah, K., Gill, B.S., Lee, H.L., Sinkins, S.P. (2019). Establishment of Wolbachia strain wAlbB in Malaysian populations of Aedes aegypti for dengue control. *Current Biology*, 29, 4241–4248.

Phuc, H.K., Andreasen, M.H., Burton, R.S., Vass, C. Epton, M.J., Pape, G., Fu, G-L., Condon, K.C., Scaife, S., Donnelly, C.A., Coleman, P.G., White-Cooper H., Alphey, L. (2007). Late-acting dominant lethal genetic systems and mosquito control, *BMC Biology*, 5(11).

Rey, J.R., Walton, W.E., Wolfe, R.J., Connelly, R., O'Connell, S.M., Berg, J., Sakolsky-Hoop, G.E., Laderman, A.D. (2012). North American wetlands and mosquito control', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(12), 4537–4605.

Scarnecchia, D.L. et al. (2004) Mosquitoes and Their Control, *Journal of Range Management*. doi: 10.2307/4004029.

Service, M.W. (2010). Mosquitoes and their Control. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*. 104(8), 687-688.

Subramaniam, T.S., Lee, H.L., Ahmad, N.W., Murad, S. (2012). Genetically modified mosquito: The Malaysian public engagement experience, *Biotechnology Journal*, 7(11), 1323–1327.

Tahir, U., Khan, U.H., Zubair, M.S., Bahar-E-Mustafa (2015) Wolbachia pipiens: A potential candidate for combating and eradicating dengue epidemics in Pakistan, *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 8(12), 989–998.

Tran, T.T., Olsen, A., Viennet, E., Sleight, A. (2015). Social sustainability of Mesocyclops biological control for dengue in South Vietnam, *Acta Tropica*, 141(Part A), 54–59.

Walker, T., Johnson, P.H., Moreira, L. A., Iturbe-Ormaetxe, I., Frentiu, F.D., McMeniman, C.J., Leong, Y.S., Dong, Y., Axford, J., Kriesner, P., Lloyd, A.L., Ritchie, S.A., O'Neill, S.L., Hoffmann, A.A. (2011). The wMel Wolbachia strain blocks dengue and invades caged *Aedes aegypti* populations, *Nature*, 476(7361), 450–453.

World Health Organization. (2017). How to design vector control efficacy trials, guidance on phase III vector control field trial design. Available at: <http://apps.who.int/iris>.

## Bab 11

Fight the Bite, Dengue Fever Awareness Prevention and Control, 2016, By PP Lucas Chew Kar Hin, Rotary International District 3310.

Help Prevent Dengue WHO Myanmar fact sheet special, August 2018.

Konradsen, F., Van Der Hoek, W., Amerasinghe, F.P., Mutero, C., & Boelee, E. (2004). Engineering and malaria control: learning from the past 100 years. *Acta Tropica*, 89(2), 99–108. doi:10.1016/j.actatropica.2003.09.013.

Mosquito breeding sites, How to prevent in and around your home, Pan American Health Organization, PAHO, WHO.

Rather, I.A., Paray, H.A., Lone, J.B., Paek, W.K., Lim, J., Bajpai, V.K. and Park, Y-H (2017) Prevention and Control Strategies to Counter Dengue Virus Infection. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 7:336. doi: 10.3389/fcimb.2017.00336.

## LAMPIRAN

### Peranan Jurutera dalam Keterlibatan Komuniti ke Arah Pencegahan dan Kawalan Denggi (Contoh Pendekatan Komuniti Penduduk)

- Lokasi: Taman Majidee, Johor Bahru, sebuah komuniti penduduk dengan rumah yang dibina pada pertengahan 1960-an dan terdiri daripada kira-kira 180 buah rumah berasingan, rumah berkembar dan rumah teres. Kejiranan ini terdiri daripada 7 kawasan perumahan lain yang diduduki kemudian.
- Data kes denggi yang diterbitkan oleh KKM dari tahun 2011 hingga 2015 bagi 8 kawasan perumahan ditunjukkan dalam Jadual A1. Ini adalah data sebenar bagi kes denggi yang diperoleh dari Jawatankuasa Denggi, Jabatan Kesihatan Negeri Johor untuk tempoh 2011 hingga 2015 berdasarkan kes denggi yang dilaporkan.

**Jadual A1. Kes Denggi 2011 - 2015**

| <b>Kes Denggi yang dilaporkan mengikut Kawasan Perumahan (Sumber Jawatankuasa Denggi Negeri Johor)</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Taman Majidee                                                                                          | 0           | 0           | 0           | 4           | 19          |
| Taman Kebun Teh                                                                                        | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           |
| Taman Suria                                                                                            | 3           | 5           | 6           | 15          | 19          |
| Kampung Melayu Majidee                                                                                 | 7           | 5           | 32          | 16          | 96          |
| Taman Melodies                                                                                         | 2           | 3           | 8           | 14          | 12          |
| Taman Century                                                                                          | 2           | 5           | 22          | 15          | 29          |
| Taman Sentosa                                                                                          | 4           | 6           | 24          | 33          | 81          |
| Taman Sri Tebrau                                                                                       | 1           | 3           | 8           | 8           | 57          |
| Jumlah                                                                                                 | 19          | 28          | 101         | 104         | 314         |

- Ini merupakan satu amaran serius bagi penduduk Taman Majidee apabila kes denggi meningkat secara mendadak dengan satu kes kematian.

- Jawatankuasa penduduk menganjurkan program gotong-royong selama 3 bulan dari September 2015 hingga Disember 2015 bagi menghapuskan tempat pembiakan nyamuk Aedes. Kerjasama daripada semua pihak membuahkan hasil yang sangat memuaskan.
- Jawatankuasa Penduduk dengan bantuan ahli IEM dan Kelab Rotary, telah melibatkan pihak berkepentingan iaitu penduduk, Ahli Majlis Tempatan, Ahli Parlimen, KKM dan Southern Waste Holdings.
- Terdapat sebelas (11) jalan di Taman Majidee, Parit Monsoon dan taman permainan (tapak utama pembiakan nyamuk Aedes). Sekolah-sekolah kejiranan juga turut serta dalam program pengemasan ini.
- Pasukan penganjur mengadakan mesyuarat secara berkala untuk merancang aktiviti gotong-royong mingguan dan melibatkan pihak berkuasa, Ahli Parlimen dan Ahli Majlis Tempatan. Hasil penilaian aktiviti oleh jawatankuasa tersebut menunjukkan bahawa pendekatan yang digunakan oleh para jurutera memainkan peranan utama dalam kejayaan program tersebut.
- Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO), menyimpulkan bahawa komuniti dan pihak berkuasa tempatan perlu bekerjasama dalam usaha untuk membasmi tempat pembiakan nyamuk Aedes.
- Menggunakan program COMBI (akronim *Communication for Behavioural Impact* oleh WHO) :
  - Menggerakkan komuniti untuk menangani isu denggi dalam komuniti
  - Mewujudkan tanggungjawab bersama dalam komuniti
  - Mempengaruhi dan mengukuhkan keputusan, tingkah laku, dan norma sosial dalam komuniti
- Aktiviti pengemasan kejiranan dan program kesedaran:
  - Contoh komuniti penduduk Taman Majidee dan pihak berkepentingan yang bekerjasama untuk membasmi tempat pembiakan nyamuk Aedes ditunjukkan dalam Rajah A1.
  - Gambar projek komuniti bagi membasmi tempat pembiakan nyamuk Aedes ditunjukkan dalam Rajah A2, A3, A4 dan A5.



**Rajah A1. Keadaan awal taman permainan dan pemeriksaan oleh komuniti penduduk bersama pihak berkuasa dan Ahli Majlis Eksekutif Negeri untuk merangka pelan tindakan.**



**Rajah A2. Persatuan Penduduk bersama-sama dengan Ahli Parlimen, Kementerian Kesihatan, Ahli Majlis Tempatan, Kelab Rotary dan IEM (Cawangan Selatan) menjalankan projek komuniti untuk membasmi tempat pembiakan nyamuk aedes.**



**Rajah A3. Sokongan daripada penduduk, Majlis Tempatan, serta bantuan tenaga kerja dan jentera daripada Southern Waste Holdings.**



**Rajah A4. Kerjasama antara penduduk, Ahli Parlimen, Ahli Majlis Eksekutif Negeri, Ahli Majlis Tempatan, Pihak Berkuasa Tempatan, Kementerian Kesihatan, IEM (Cawangan Selatan), Persatuan Penduduk, Kelab Rotary JB, Kelab Rotary Pasir Gudang, Kelab Rotary JB Sentral dan Jabatan BioTech UTM.**

- Projek Pembasmian Denggi Taman Majidee:
  - Pembiakan nyamuk Aedes dan kes denggi merupakan isu yang sangat serius di Taman Majidee. Ini adalah kerana terdapat terlalu banyak tempat pembiakan nyamuk dan pada tahun 2015, Taman Majidee mencatatkan kes denggi ke-5 tertinggi di antara 8 kawasan perumahan berdekatan.
  - Keadaan ini menjadi cabaran kepada penduduk dan membawa kepada penubuhan Persatuan Penduduk. Persatuan Penduduk menyahut cabaran ini untuk membasmi tempat pembiakan nyamuk Aedes.
  - Projek ini bermula pada September 2015 dan dilaksanakan selama 3 bulan. Semua pihak yang terlibat telah digerakkan dan mesyuarat dijalankan hingga ke lewat malam. Hampir setiap hari Ahad selama 3 bulan, aktiviti gotong-royong bagi pengemasan dilakukan di

kawasan perumahan yang terdiri daripada 250 buah rumah, 2 buah sekolah, 20 buah rumah kedai dan 11 batang jalan raya.

- Sesi perkongsian bersama dua buah sekolah berdekatan telah diadakan dan sekolah-sekolah ini digalakkan untuk melakukan aktiviti pengemasan sendiri sebagai sebahagian daripada projek 3 bulan ini.
- Penduduk turut dibantu dalam membersihkan tangki septik dan persekitaran rumah mereka.
- Aktiviti pembasmian tempat pembiakan nyamuk Aedes di Taman Majidee menghasilkan pelbagai faedah: kerjasama erat antara penduduk, pihak berkuasa dan pertubuhan bukan kerajaan (NGO) serta peningkatan kebersamaan dan persefahaman di kalangan penduduk. Hasil usaha ini, tiada kes denggi dilaporkan selama tiga bulan berturut-turut.
- Kerja berpasukan memberi banyak faedah dan Rajah A5 menunjukkan transformasi kawasan perumahan selepas projek ini dijalankan. Namun, untuk mengekalkan kejayaan ini memerlukan komitmen berterusan daripada penduduk dan pihak berkuasa.
- Projek ini menjadi model untuk taman perumahan lain dan NGO seperti Cawangan IEM yang boleh mencontohi dan meluaskan aktiviti untuk membasmi denggi.
- Data sebenar yang diperoleh daripada Jawatankuasa Denggi, Jabatan Kesihatan Negeri Johor ditunjukkan dalam Jadual A2.

**Jadual A2. Kes Denggi 2011 - 2021**

| Kes Denggi yang dilaporkan mengikut Kawasan Perumahan (Sumber Jawatankuasa Denggi Negeri Johor) | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021<br>30 <sup>hb</sup><br>Sept |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------------------|
| Taman Majidee                                                                                   | 0    | 0    | 0    | 4    | 19   | 0    | 0    | 3    | 2    | 2    | 0                                |
| Taman Kebun Teh                                                                                 | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 5    | 1    | 2    | 2    | 3    | 0                                |
| Taman Suria                                                                                     | 3    | 5    | 6    | 15   | 19   | 16   | 15   | 17   | 29   | 38   | 3                                |
| Kampung Melayu Majidee                                                                          | 7    | 5    | 32   | 16   | 96   | 11   | 18   | 14   | 59   | 109  | 3                                |
| Taman Melodies                                                                                  | 2    | 3    | 8    | 14   | 12   | 10   | 10   | 3    | 18   | 23   | 0                                |
| Taman Century                                                                                   | 2    | 5    | 22   | 15   | 29   | 6    | 20   | 15   | 16   | 24   | 4                                |
| Taman Sentosa                                                                                   | 4    | 6    | 24   | 33   | 81   | 13   | 12   | 13   | 30   | 86   | 2                                |
| Taman Sri Tebrau                                                                                | 1    | 3    | 8    | 8    | 57   | 20   | 7    | 4    | 32   | 48   | 1                                |
| Jumlah                                                                                          | 19   | 28   | 101  | 104  | 314  | 81   | 83   | 71   | 188  | 333  | 14                               |



**Rajah A5. Transformasi kawasan perumahan selepas projek dijalankan.**

## SENARAI SEMAK UNTUK KAWALAN TEMPAT PEMBIAKAN NYAMUK DI TAPAK PEMBINAAN

### SENARAI SEMAK UNUTK TEMPAT PEMBIAKAN NYAMUK DI TAPAK PEMBINAAN

|                    |
|--------------------|
| Lokasi :           |
| Tarikh :           |
| Pemeriksaan oleh : |

| Item     | Penerangan                                                        | Diperiksa                | Penemuan                 |                          | Tindakan Yang Diambil    |                          | Penerangan Penemuan | Catatan |
|----------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|---------|
|          |                                                                   |                          | Air Bertakung            | Pembiakan Nyamuk         | Hapus Air Bertakung      | Guna Bahan Kimia         |                     |         |
| <b>A</b> | <b>KUARTERS KAKITANGAN</b>                                        |                          |                          |                          |                          |                          |                     |         |
| 1        | Tangki Air                                                        |                          |                          |                          |                          |                          |                     |         |
|          | i) Lantai di bawah tangki air                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | ii) Periksa jurang dan bukaan pada penutup dan lubang pengudaraan | <input type="checkbox"/> |                          |                          |                          |                          |                     |         |
|          | iii) Periksa jaring nyamuk yang koyak atau tertanggal             | <input type="checkbox"/> |                          |                          |                          |                          |                     |         |
| 2        | Tandas & Bilik Mandi                                              |                          |                          |                          |                          |                          |                     |         |
|          | i) Lantai Konkrit                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | ii) Baldi (termasuk rim baldi yang diterbalikkan) / bekas plastik | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | iii) Tangki tandas & mangkuk tandas yang tidak digunakan          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | iv) Tangki mandi                                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | v) Lubang salir pada singki yang tidak digunakan                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | vi) Perangkap lantai                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
| 3        | Kawasan memasak dan mencuci                                       |                          |                          |                          |                          |                          |                     |         |
|          | i) Periuk & kuali memasak/ bekas domestik                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | ii) Perangkap lantai                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | iii) Perangkap gris                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | iv) Dulang peti sejuk                                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | v) Lantai di bawah singki                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          | vi) Barangan & bekas yang dibuang                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
| 4        | Kawasan kediaman & Kawasan umum                                   |                          |                          |                          |                          |                          |                     |         |
|          | i) Bekas plastik / Bekas domestik                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |
|          |                                                                   |                          |                          |                          |                          |                          |                     |         |
| <b>B</b> | <b>KAWASAN PEMBINAAN</b>                                          |                          |                          |                          |                          |                          |                     |         |
| 1        | Rumput dan tumbuh-tumbuhan                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                     |         |

|    |                                                                                                                  |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--|
| 2  | Lopak di atas tanah dan lantai konkrit di semua tingkat                                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 3  | Bahan binaan-kepingan zink, acuan, perpaipan, tandas yang belum dipasang dan lain-lain termasuk kepingan kanvas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 4  | Lubang salir dan singki yang tidak digunakan, perangkap gegeluk                                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 5  | Baldi dan rim baldi yang diterbalikkan                                                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 6  | Kereta sorong, tong dram, tin, baldi, kepingan terpal                                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 7  | Balkoni, kolam renang                                                                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 8  | Talang air hujan, saliran dan takungan                                                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 9  | Halaman selepas hujan                                                                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 10 | Parit, saluran berumput, lopak                                                                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 11 | Serpihan perobohan                                                                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 12 | Peralatan dan Jentera                                                                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 13 | Penyimpanan air, tong dram, bekas                                                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 14 | Bekas sisa pukal, tong skip dan tong sampah                                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 15 | Lubang takungan / perangkap kelodak                                                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 16 | Saliran / Saluran sementara dibina untuk penyaliran                                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 17 | Ruang mencuci kenderaan                                                                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 18 | Telaga lif ( <i>Lift wells</i> )                                                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 19 | Kotak penanaman tumbuhan                                                                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 20 | Barang & bekas yang dibuang                                                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 21 | Tandas                                                                                                           |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
|    | i) Lantai konkrit                                                                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|    | ii) Baldi (termasuk rim baldi yang diterbalikkan)/bekas plastik                                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|    | iii) Tangki tandas & mangkuk tandas yang tidak digunakan                                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|    | iv) Lubang salir pada singki yang tidak digunakan                                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|    | v) Perangkap lantai                                                                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 22 | Kantin                                                                                                           |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
|    | i) Periuk & kualiti memasak / bekas domestik                                                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|    | ii) Perangkap lantai                                                                                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|    | iii) Perangkap gris                                                                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|    | iv) Dulang peti sejuk                                                                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|    | v) Lantai di bawah singki                                                                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |

|          |                                                                                       |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--|
|          | vi) Barang & bekas yang dibuang                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|          |                                                                                       |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| <b>C</b> | <b>PELAN KERJA TANAH DAN PELAN KAWALAN HAKISAN DAN SEDIMEN</b>                        |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 1        | Semua tanah yang tidak rata dan berlekuk                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 2        | Baldi penggali yang tidak digunakan                                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 3        | Penyaliran sementara                                                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 4        | Kolam takungan                                                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 5        | Penghalang plastik                                                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 6        | Lopak dan kawasan genangan air                                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 7        | Peparit                                                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 8        | Saliran dan saluran sementara                                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 9        | Lubang takungan dan perangkap kelodak                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|          |                                                                                       |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| <b>D</b> | <b>PENYIMPANAN BAHAN BINAAN</b>                                                       |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 1        | Kepingan zink, acuan, bar keluli                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 2        | Rasuk logam, perpaipan serta mangkuk tandas dan tangki yang belum dipasang            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 3        | Tanah di bawah bahan binaan                                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 4        | Paip dalam simpanan                                                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 5        | Rod logam berongga, tong dram yang tidak digunakan                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 6        | Bekas                                                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 7        | Kotak penyimpanan alat dan bahan                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 8        | Baldi yang dibuang, tangki skip, tin bahan kimia dan tin cat yang kosong              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 9        | Penutup tong dram, tin dan tong sampah                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 10       | Air yang disimpan di dalam tangki, bekas, tong dram, tangki penurasan dan pengendapan | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 11       | Bekas sisa pukal, tong skip dan tong sampah                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 12       | Serpihan pembinaan                                                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 13       | Kanvas, kepingan, terpal dan penutup plastik                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|          |                                                                                       |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| <b>E</b> | <b>LOJI DAN PERALATAN</b>                                                             |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 1        | Lubang takungan                                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 2        | Ruang mencuci kenderaan                                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 3        | Kotak pengalatan/instrumen                                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |

|          |                                                                        |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
|----------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--|
| 4        | Meter air                                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 5        | Air terpeluwap dari Unit A/C                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 6        | Tangki, perangkap gegeluk dan loji                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 7        | Aci lif dan aci pembinaan                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 8        | Lantai tidak rata                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 9        | Pengadun konkrit dan kereta sorong                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|          |                                                                        |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| <b>F</b> | <b>PEJABAT TAPAK KABIN</b>                                             |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 1        | Pejabat tapak menggunakan kontena - di dalam dan di bawah kontena      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 2        | Kabin pejabat tapak – di atas dan di bawah bumbung serta kepingan zink | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 3        | Bumbung kanvas termasuk bumbung sekunder                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 4        | Tanah di bawah kabin                                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 5        | Bekas plastik / bekas domestik                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 6        | Barang & bekas yang dibuang                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
|          |                                                                        |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| <b>G</b> | <b>HAK LALUAN RIZAB</b>                                                |                          |                          |                          |                          |                          |  |  |
| 1        | Bekas makanan dan sampah yang dibuang                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 2        | Rumput dan semak samun                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 3        | Kawasan lopak dan genangan air dari lekukan tanah                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |
| 4        | Saliran                                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |  |

Garis Panduan IEM  
Pencegahan dan Kawalan Denggi

ISBN 978-967-18427-9-9



Hak Cipta © 2022 Institusi Jurutera Malaysia

Hak Cipta Terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan ulang mana-mana bahagian teks, ilustrasi dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan dengan apa jua cara sama ada secara elektronik, mekanikal, fotokopi, rakaman atau cara lain kecuali dengan izin bertulis daripada Institusi Jurutera Malaysia

Terbitan: **Institusi Jurutera Malaysia**

Bangunan Ingenieur, Lot 60/62, Jalan 52/4, Peti Surat 223 (Jalan Sultan), 46720 Petaling Jaya,  
Selangor Darul Ehsan, Malaysia

Tel: (03) 7968 4001/4002 Fax: (03) 7957 7678

Emel: [sec@iem.org.my](mailto:sec@iem.org.my) Laman Sesawang: <http://www.myiem.org.my>