



# MODUL AKADEMIA

---

**Advokasi, Kesedaran, Pembangunan Keupayaan  
dan Platform Penyertaan Awam (AACB)**





# **MODUL AKADEMI**

**Advokasi, Kesedaran, Pembangunan Keupayaan dan Platform Penyertaan Awam (AACB)**

**TRANSFORMASI SEKTOR AIR 2040**

TRANSFORMASI SEKTOR AIR 2040 (WST2040)  
MODUL AKADEMI: ADVOKASI, KESEDARAN, PEMBANGUNAN KEUPAYAAN DAN PLATFORM  
PENYERTAAN AWAM (AACB)

© Unit Perancang Ekonomi 2022

Tiada mana-mana bahagian dari penerbitan ini yang boleh diterbitkan semula, disimpan dalam bentuk yang boleh diperolehi semula atau disiarkan dalam apa jua bentuk dan cara sama ada elektronik, mekanikal, fotokopi, rakaman atau selainnya sebelum mendapat izin daripada pemilik hak cipta.

Kandungan Pengetahuan, Analisis & Kurasi oleh Akademi Sains Malaysia

Diterbitkan oleh:  
Akademi Sains Malaysia  
Tingkat 20, Sayap Barat, Menara MATRADE  
Jalan Sultan Haji Ahmad Shah  
off Jalan Tuanku Abdul Halim  
50480 Kuala Lumpur, Malaysia

Perpustakaan Negara Malaysia

Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

MODUL AKADEMI : Advokasi, Kesedaran, Pembangunan Keupayaan Dan Platform Penyertaan Awam  
(AACB) : TRANSFORMASI SEKTOR AIR 2040.

ISBN 978-983-2915-81-2

1. Water-supply--Malaysia.
2. Water-supply--Government policy.
3. Water-supply--Planning.
4. Water resources development--Malaysia.
5. Government publications--Malaysia.

363.6109595

## Kandungan

<b>BAB 1</b>	<b>PENGENALAN .....</b>	<b>3</b>
1.1	Gambaran Keseluruhan WST 2040.....	3
1.2	Latar belakang Pasukan Petugas AACB.....	4
1.3	Pentingnya Rakyat: Akademia.....	6
1.4	Pelan Hala Tuju Akademia.....	12
<b>BAB 2</b>	<b>PENDEKATAN.....</b>	<b>29</b>
2.1	Gambaran Keseluruhan .....	29
2.2	Modul Latihan Akademia.....	29
2.3	Kotak Alatan untuk Modul Akademia.....	30
<b>BAB 3</b>	<b>TOPIK.....</b>	<b>33</b>
3.1	Gambaran Keseluruhan .....	33
3.2	Sumber Air.....	33
3.3	Kebimbangan berkaitan Air .....	41
3.4	IWRM .....	53
3.5	IRBM.....	60
<b>BAB 4</b>	<b>AKTIVITI .....</b>	<b>64</b>
4.1	Gambaran Keseluruhan .....	64
4.2	Kenali Sungai Anda .....	64
4.3	Kajian Kes Di Malaysia .....	68
4.4	Kajian Kes di Negara Lain.....	76
4.5	Masalah dan Penyelesaian Berpotensi di Sekolah .....	79
4.6	Aktiviti Berpotensi di Sekolah.....	81
4.7	Aktiviti Berpotensi di IPT.....	84
<b>BAB 5</b>	<b>KATA PENUTUP .....</b>	<b>111</b>
	<b>LAMPIRAN A</b>	
	<b>LAMPIRAN B</b>	

## BAB 1 PENGENALAN

### 1.1 Gambaran Keseluruhan WST 2040

Dalam membuat persediaan asas bagi tempoh Rancangan Malaysia Ke-12 (RMK-12) dan selanjutnya, Unit Perancang Ekonomi (*Economic Planning Unit* atau EPU), Jabatan Perdana Menteri, telah menyediakan Kertas Strategi secara usaha sama dengan Program Pembangunan Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (*United Nations Development Programme* atau UNDP) sebagai rakan strategik dan dibantu oleh Jawatankuasa Penggubalan, yang terdiri daripada pakar-pakar berpengalaman luas dalam sektor air, dari agensi Kerajaan dan organisasi bukan Kerajaan seluruh negara melalui perundingan menyeluruh bersama pihak berkepentingan (ASM 2021a).

Dalam Kertas Strategi, EPU telah menerangkan Hala Tuju sebagai Agenda Negara untuk Transformasi Sektor Air Malaysia 2040 (*Water Sector Transformation* atau WST2040), dirancang untuk dijalankan dalam 4 fasa selama tempoh 20 tahun, bermula dengan RMK-12 (2021 - 2025) dan berakhir dengan RMK-15 (2036 - 2040). Dalam konteks ini, RMK-12 turut mewakili separuh pertama Wawasan Kemakmuran Bersama 2030 n-egara sebagai komitmen yang dinyatakan untuk memastikan Malaysia mencapai pertumbuhan mampan sejajar dengan pengagihan yang saksama merentasi kumpulan pendapatan, etnik, kawasan dan rantaian bekalan (ASM 2021a).

WST2040 mempunyai dua objektif asas seperti yang berikut (ASM 2021a):

- 1) WST2040 bertujuan memastikan bahawa keselamatan dan kemampanan air seluruh negara, sejajar dengan sasaran global dan nasional, terus dipenuhi selepas 2040 dengan adanya bekalan air untuk semua.
- 2) WST2040 menyasarkan untuk mentransformasi sektor air Malaysia daripada sektor pemboleh daya ekonomi menjadi sektor ekonomi yang dinamik sebagai penjana pertumbuhan yang boleh menyumbang kepada Keluaran Dalam Negeri Kasar (KDNK) negara, menjana hasil, meningkatkan kecekapan dalam pengurusan air dan menyediakan lebih banyak peluang pekerjaan dalam sektor air serta memacu perkembangan sains, teknologi dan inovasi dalam arena air negara.

Memandangkan WST2040 adalah satu agenda ekonomi negara, maka EPU telah mengenal pasti dua Anjakan Strategik untuk RMK-12 seperti yang berikut (ASM 2021a):

- 1) Mempercepat pelaksanaan IWRM (Pengurusan Sumber Air Bersepadu).
- 2) Mentransformasi sektor air daripada Pemboleh Daya Ekonomi menjadi pemacu perubahan yang dinamik untuk Transformasi Sektor Air 2040.

dan 5 Strategi seperti yang berikut:

- 1) Memperkasakan Rakyat dalam Mentransformasi Sektor Air
- 2) Memperkukuh Tadbir Urus pada semua peringkat
- 3) Meningkatkan Keupayaan pembuatan keputusan dipacu oleh data
- 4) Memperkukuh keupayaan pembiayaan
- 5) Membangunkan infrastruktur mampan dengan teknologi berkesan kos

Bagi membangunkan pelan hala tuju yang komprehensif, EPU telah melantik Akademi Sains Malaysia (ASM) untuk menyediakan satu Pelan Hala Tuju Agenda Negara tentang Transformasi Sektor Air Negara 2040 (Pelan Hala Tuju WST 2040). EPU-ASM WST 2040 ini mengandungi 8 pasukan petugas, seperti di bawah (ASM 2021a):

- 1) Advokasi, Kesedaran, Pembangunan Keupayaan dan Platform Penyertaan Awam (AACB);
- 2) Pusat Data Sektor Air Bersepadu (IWSDC);
- 3) IR 4.0 dalam Pelbagai Subsektor Air (IR4.0 WS);
- 4) Neksus Air-Makanan-Tenaga (WFE);
- 5) Air Maya dan Jejak Air (VW&WF);
- 6) Kesan Perubahan Iklim dan Penyesuaiannya (CCIA);
- 7) Pembiayaan Alternatif Air (AWF); dan
- 8) Air sebagai Sektor Ekonomi (WES)

## **1.2 Latar belakang Pasukan Petugas AACB**

Trend pesat semasa dalam pertumbuhan bandar, pembangunan, perindustrian, dan pertambahan penduduk telah meningkatkan permintaan dan pembekalan air di Malaysia. Serentak dengan itu, pembangunan ini telah memberikan impak yang kritikal dari segi kualiti dan kuantiti air. Oleh itu, situasi ini menunjukkan betapa pentingnya transformasi sektor air dilakukan. Justeru, Malaysia perlu memulihara dan mengurus sumber airnya bagi memastikan bekalan air yang selamat dan mencukupi. Usaha ini juga perlu bagi memastikan kemampanan air dan pada masa yang sama memulihara alam sekitar di Malaysia (ASM 2021b).

Dekad yang lalu telah menyaksikan pembangunan pesat dan usaha yang banyak berkenaan dengan transformasi sektor air. Malaysia telah melancarkan Dasar Sumber Air Negara pada 2012 dalam usaha untuk merubah paradigma sektor air. Melangkah ke hadapan, Malaysia dengan inisiatif untuk meningkatkan usaha transformasi sektor air, telah menerima guna Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM) yang telah dimuatkan dalam Dasar Sumber Air Negara. Penerimgunaan IWRM ini menunjukkan langkah besar daripada amalan pengurusan tak bersepadu dan bersektor (ASM 2021b).

Pengurusan sumber air di Malaysia sememangnya bersektor dan tidak bersepadu sejak berdekad yang lepas. Walaupun banyak usaha dan program telah dijalankan, namun, ketidakcukupan pemahaman dan kesedaran terutamanya dalam kalangan platform penyertaan awam tentang transformasi sektor air menjadi halangan terhadap pelaksanaan IWRM yang bermakna di Malaysia. Hal ini telah menyebabkan pergerakan yang perlahan terhadap pembangunan transformasi sektor air. Konsep pemilikan “air sebagai sumber penting dalam kehidupan kita” atau “air sebahagian daripada hidup kita” masih belum dapat ditafsir dan diterapkan oleh rakyat Malaysia. Oleh itu, adalah perlu untuk membuat peningkatan dalam usaha merasionalkan dasar setiap sektor. Dengan melakukan hal ini, diharap dapat membantu Malaysia merancang secara strategik agar dapat mencapai matlamat dan kemudiannya

mengenal pasti apa-apa kelompangan dalam pelaksanaan dan penguatkuasaan IWRM (ASM 2021b).

Oleh yang demikian, terdapat keperluan mendesak untuk **advokasi, kesedaran, dan pembangunan keupayaan (AACB)** dalam transformasi sektor air dibangunkan dan dilaksanakan dengan cekap. Hal ini termasuk program latihan dan pendidikan, pembangunan modul dan bahan, komunikasi, dan sistem penyampaian, untuk meningkatkan sistem dan amalan pengurusan air sedia ada di Malaysia (ASM 2021b).

**Sokongan** merupakan proses menyokong dan memperkasakan rakyat agar dapat melaksanakan Transformasi Sektor Air, yang termasuk menyampaikan pendapat, idea, dan kebimbangan mereka ke arah pengesyoran yang lebih baik. Sokongan juga adalah proses ketersediaan untuk rakyat mengakses maklumat dan perkhidmatan, memelihara dan mempromosi hak dan tanggungjawab mereka, dan mendapat tahu tentang pilihan dan opsyen ke arah pelaksanaan Pengurusan sektor air yang lebih baik (ASM 2021b).

Pewujudan **kesedaran** penting untuk memberikan pengetahuan dan maklumat berkenaan dengan transformasi sektor air. Perkara ini juga sangat penting untuk menukar persepsi dan idea tentang penggunaan air dan fakta berkaitan air. Semua ini dapat dilakukan dengan kesedaran atau kempen yang berterusan melalui media massa atau program berkaitan air, pendidikan, dan proses penyertaan, kemudian melaksanakan kesedaran ini menjadi hasil pembangunan yang lebih mampan dan bermakna. Kesedaran ini sepatutnya dapat menukar persepsi orang ramai supaya mesra dengan konsep pengurusan air dan peranan serta tanggungjawab mereka untuk menyokong usaha ini (ASM 2021b).

Bagi menjamin kecukupan dan membangunkan keupayaan pelbagai kumpulan berkepentingan, **pembinaan keupayaan** amatlah penting. Usaha ini bertujuan memastikan agar satu tahap penambahbaikan dan peningkatan pengetahuan, pengalaman, dan kepakaran dalam bidang tertentu dicapai. Pada pelbagai peringkat dalam proses ini, walaupun pada peringkat kerajaan, terdapat kumpulan berkepentingan yang kekurangan pengetahuan dan kebolehan untuk penyertaan berkesan dan menyeluruh. Kategori pembinaan keupayaan termasuk pendidikan dan peningkatan kesedaran tentang keperluan komuniti, sumber maklumat untuk membuat dasar, peraturan dan pematuhan, infrastruktur asas, dan kestabilan pasaran, serta keupayaan teknikal termasuk pengetahuan praktikal dan tindakan dalam aspek sains dan sosial yang khusus (ASM 2021b).

Oleh itu, Pasukan Petugas AACB ditubuhkan di bawah EPU-ASM WST2040 dengan objektif di bawah:

- 1) Mengesyorkan pelan pengurusan kepada kerajaan untuk penguatkuasaan dasar IWRM yang lebih baik.
- 2) Mendidik industri tentang impak dan penyelesaian masalah air mereka.
- 3) Mewujudkan kesedaran komuniti tentang air bagi menterjemahkan aspirasi air mereka menjadi urusan pentadbiran politik.



- 4) Menerapkan pengetahuan akademik untuk menyokong pengurusan sumber air mampan.

Berdasarkan objektif di atas, AACB telah menubuhkan 4 kumpulan, iaitu Kumpulan Kerajaan, Kumpulan Perniagaan, Kumpulan Komuniti, dan Kumpulan Akademia.

### 1.3 Pentingnya Rakyat: Akademia

Perkataan 'Akademia' mempunyai maksud yang luas, iaitu tidak hanya tertumpu kepada ahli akademik di universiti, tetapi juga merangkumi alam sekitar atau komuniti yang berkaitan dengan pengajaran, pembelajaran, penyelidikan, dan lain-lain. Elemen teras di bawah Akademia ialah pengetahuan dan pendidikan. Oxford Learner's Dictionary (dalam talian) mentakrifkan "knowledge" (pengetahuan) sebagai keadaan mengetahui tentang sesuatu fakta atau situasi tertentu; atau maklumat, pemahaman dan kemahiran yang diperoleh melalui pendidikan atau pengalaman; manakala "education" (pendidikan) ialah proses pengajaran, latihan dan pembelajaran di sekolah, kolej atau universiti, untuk menambah pengetahuan dan membangunkan kemahiran.

Berkenaan dengan AACB, Pasukan AACB telah mengenal pasti skop di bawah Kumpulan Akademia, seperti di bawah:

- (i) Prasekolah,
- (ii) Sekolah Rendah,
- (iii) Sekolah Menengah,
- (iv) Pendidikan Tinggi,

dan Kumpulan Akademia juga merujuk Falsafah Pendidikan Kebangsaan apabila menyediakan pelan hala tuju di bawah WST 2040:

*"Pendidikan di Malaysia adalah suatu usaha berterusan ke arah memperkembangkan lagi potensi individu secara menyeluruh dan bersepadu untuk mewujudkan insan yang seimbang dan harmonis dari segi intelek, rohani, emosi dan jasmani, berdasarkan kepercayaan dan kepatuhan kepada Tuhan. Usaha ini adalah bagi melahirkan warganegara Malaysia yang berilmu pengetahuan, berketerampilan, berakhlak mulia, bertanggungjawab dan berkeupayaan mencapai kesejahteraan diri, serta memberi sumbangan terhadap keharmonian dan kemakmuran keluarga, masyarakat dan negara"*

*(Falsafah Pendidikan Kebangsaan Malaysia, digubal pada 1988 dan disemak semula pada 1996. Falsafah ini juga dirujuk oleh Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025)*

Di Malaysia, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) bertanggungjawab membangun dan mengekalkan sistem pendidikan berkualiti yang berupaya untuk membangunkan potensi individu bagi mencapai aspirasi negara. Secara amnya, KPM berkewajipan untuk menjaga prasekolah, sekolah rendah, dan sekolah menengah,

dengan menstandardkan sukatan pelajaran, memastikan kualiti dan kecukupan guru, memperuntukkan infrastruktur secukupnya, dan mengagihkan dana yang mencukupi untuk pengurusan dan penyenggaraan sekolah. Kesemua usaha KPM adalah bertujuan mewujudkan insan yang seimbang dan harmoni dari segi intelek, rohani, emosi dan jasmani, selaras dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan. Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 juga menekankan bahawa setiap pelajar perlu mempunyai enam atribut utama untuk berdaya saing pada peringkat global, iaitu pengetahuan, kemahiran berfikir, kemahiran memimpin, kemahiran dwibahasa, etika dan kerohanian, dan identiti nasional. Perihal tentang enam atribut utama dipaparkan dalam Jadual 1.1.

Jadual 1.1 Perihal tentang enam atribut utama yang diperlukan oleh setiap pelajar untuk berdaya saing pada peringkat global

<b>Atribut Utama</b>	<b>Perihal</b>
Pengetahuan	Pada peringkat paling asas, setiap kanak-kanak perlu menguasai sepenuhnya kemahiran literasi dan numerasi. Selain itu, penting bagi setiap pelajar menguasai mata pelajaran teras seperti Matematik dan Sains dan didedahkan kepada pengetahuan am yang menyeluruh tentang Malaysia, Asia, dan dunia. Hal ini merangkumi aspek sejarah, manusia, dan geografi. Pelajar juga digalakkan mengembangkan pengetahuan dan kemahiran dalam bidang lain seperti seni, muzik, dan sukan.
Kemahiran berfikir	Setiap pelajar akan belajar cara memperoleh ilmu pengetahuan sepanjang kehidupan mereka (menerapkan perasaan ingin tahu dan mengamalkan pembelajaran sepanjang hayat) untuk membolehkan mereka menghubungkan pelbagai disiplin ilmu dan mencipta ilmu yang baharu. Setiap pelajar perlu menguasai pelbagai kemahiran kognitif termasuk penaakulan dan pemikiran kritis, kreatif, serta inovatif. Bidang ini kurang diberi perhatian, menyebabkan pelajar kurang berupaya untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan berfikir secara kritis di luar konteks akademik.
Kemahiran memimpin	Dalam dunia yang semakin saling berhubung kait, kebolehan untuk memimpin dan bekerja dengan orang lain secara berkesan adalah amat penting. Sistem pendidikan negara akan membantu setiap pelajar mencapai potensi sepenuhnya dengan mewujudkan peluang yang formal dan tidak formal untuk bekerja dalam pasukan dan mengamalkan ciri kepimpinan. Dalam konteks sistem pendidikan, kepimpinan merangkumi empat dimensi, iaitu keusahawanan, berdaya tahan, kecerdasan emosi, dan kemahiran berkomunikasi dengan berkesan.
Kemahiran dwibahasa	Setiap kanak-kanak akan, sekurang-kurangnya pada tahap minimum, menguasai bahasa Malaysia sebagai bahasa kebangsaan dan bahasa perpaduan serta bahasa Inggeris sebagai bahasa komunikasi antarabangsa. Dengan tahap penguasaan bahasa ini, selepas menamatkan persekolahan, pelajar sepatutnya berupaya bekerja dalam persekitaran kerja yang menggunakan bahasa Malaysia dan bahasa Inggeris. KPM juga akan menggalakkan semua pelajar mempelajari bahasa lain sebagai bahasa tambahan.

Etika dan kerohanian	Sistem pendidikan akan memupuk etika dan kerohanian yang teguh dalam diri setiap pelajar bagi mendepani cabaran yang akan ditempuhi dalam kehidupan dewasa, agar mereka boleh menyelesaikan konflik secara harmoni, bijak membuat pertimbangan, berpegang pada prinsip ketika berada dalam situasi yang kritikal, serta berani melakukan sesuatu yang betul. Sistem pendidikan juga berhasrat untuk membentuk individu penyayang yang dapat menyumbang kepada kesejahteraan komuniti dan negara.
Identiti Nasional	Identiti nasional yang kukuh melalui penghayatan prinsip Rukun Negara, diperlukan untuk kejayaan dan masa depan Malaysia. Setiap kanak-kanak akan berbangga dikenali sebagai rakyat Malaysia tanpa mengira etnik, agama atau status sosioekonomi. Semangat patriotik ini perlu dipupuk dalam diri setiap pelajar dengan cara memahami sejarah negara, dan berkongsi aspirasi yang sama untuk masa depan negara. Demi mewujudkan identiti nasional yang sebenar, semangat keterangkuman yang teguh amat diperlukan. Identiti nasional akan dapat dicapai bukan hanya belajar memahami dan menerima kepelbagaian, tetapi juga menghayati kepelbagaian.

Sumber: Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013

Sistem pendidikan berkualiti amat penting bagi membentuk generasi muda, dan sistem pendidikan ini mesti disokong oleh sumber yang mencukupi, termasuk manusia dan kewangan. Setakat 31 Mac 2021, ada kira-kira 5 juta pelajar (termasuk pelajar prasekolah, sekolah rendah dan sekolah menengah) di seluruh Malaysia (Jadual 1.2). Bagi menyediakan sumber tenaga pengajar yang cukup untuk pelajar-pelajar ini, Malaysia telah melatih 423,140 guru, dan telah menubuhkan 16,440 sekolah yang mempunyai 194,091 kelas (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2021). Butiran untuk setiap jenis sekolah dipaparkan dalam Jadual 1.2.

Jadual 1.2 Butiran untuk jenis-jenis sekolah yang berbeza di Malaysia

Jenis sekolah	Bilangan Pelajar	Bilangan Guru	Bilangan Sekolah	Jumlah Kelas
Prasekolah	206,678	9,315	6,215	9,676
Sekolah Rendah	2,765,456	236,348	7,780	106,476
Sekolah Menengah	2,034,358	177,477	2,445	77,939
<b>JUMLAH</b>	<b>5,006,492</b>	<b>423,140</b>	<b>16,440</b>	<b>194,091</b>

Dikemas kini 31 Mac 2021

Sumber: Kementerian Pendidikan Malaysia, 2021

Selain prasekolah, sekolah rendah dan menengah, pendidikan tinggi juga penting dalam membentuk generasi berilmu pengetahuan, beretika, kreatif, inovatif dan bertanggungjawab. Terdapat 20 universiti awam di Malaysia, iaitu Universiti Malaya (UM), Universiti Sains Malaysia (USM), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Universiti Putra Malaysia (UPM), Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Universiti

Utara Malaysia (UUM), Universiti Islam Antarabangsa Malaysia (UIAM), Universiti Malaysia Sarawak (UniMAS), Universiti Malaysia Sabah (UMS), Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI), Universiti Teknologi MARA (UiTM), Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA), Universiti Malaysia Terengganu (UMT), Universiti Sains Islam Malaysia (USIM), Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM), Universiti Malaysia Pahang (UMP), Universiti Malaysia Perlis (UniMAP), Universiti Malaysia Kelantan (UMK) dan Universiti Pertahanan Nasional Malaysia (UPNM) (Kementerian Pendidikan Tinggi, 2020). Selain universiti awam, terdapat banyak institusi pengajian tinggi swasta (IPTS) di Malaysia, sebagaimana dipaparkan dalam Jadual 1.3. Universiti awam dan IPTS memainkan peranan penting dalam menyediakan pendidikan tinggi. Jadual 1.4 memaparkan pendaftaran pelajar untuk universiti dan IPTS pada 2019, manakala Jadual 1.5 memaparkan bilangan pensyarah dalam universiti dan IPTS pada 2019.

Jadual 1.3 Bilangan institusi pengajian tinggi swasta di Malaysia

<b>Institusi pengajian tinggi swasta (IPTS)</b>	<b>Kuantiti</b>
IPTS dengan status universiti	51
IPTS dengan status universiti (kampus cawangan bagi universiti asing)	10
IPTS dengan status kolej universiti	39
IPTS dengan status kolej	335
<b>JUMLAH</b>	<b>435</b>

*Dikemas kini 31 Mac 2021*

Sumber: Jabatan Pendidikan Malaysia, 2021

Jadual 1.4 Kemasukan pelajar di universiti awam dan IPTS pada 2019

	<b>Jumlah Pendaftaran*</b>	<b>Pendaftaran PhD</b>	<b>Pendaftaran Sarjana</b>	<b>Pendaftaran Sarjana Muda</b>
Universiti awam	567,625	36,329	56,989	350,102
IPTS	633,344	8,165	33,114	313,214
<b>JUMLAH</b>	<b>1,200,969</b>	<b>44,494</b>	<b>90,103</b>	<b>663,316</b>

*\*Jumlah pendaftaran termasuk pendaftaran PhD, Sarjana, Sarjana Muda, Diploma Lulusan Ijazah, Diploma dan program berkaitan lain yang ditawarkan oleh universiti awam dan IPTS.*

Sumber: Kementerian Pengajian Tinggi, 2020

Jadual 1.5 Bilangan pensyarah di universiti dan IPTS pada 2019

	<b>Profesor</b>	<b>Profesor Madya</b>	<b>Pensyarah</b>
Universiti awam	1,945	4,753	22,502
IPTS	601	1,006	19,278
<b>JUMLAH</b>	<b>2,546</b>	<b>5,759</b>	<b>41,780</b>

Sumber: Kementerian Pengajian Tinggi, 2020

Pendidikan prasekolah, sekolah rendah, sekolah menengah dan tinggi dianggap pendidikan formal. Menurut Coombs *et al.* (1973), secara amnya terdapat 3 jenis pendidikan yang berlainan:

**Pendidikan formal:** 'sistem pendidikan' yang berstruktur hierarki, dinilai secara kronologi, bermula dari sekolah rendah sehingga universiti dan termasuk, selain pelajaran akademik am, pelbagai program khusus dan institusi untuk latihan teknikal dan professional sepenuh masa.

**Pendidikan tak rasmi:** proses sepanjang hayat sebenar apabila setiap individu memperoleh sikap, nilai, kemahiran dan pengetahuan daripada pengalaman harian dan pengaruh didikan dan sumber dalam persekitarannya – daripada keluarga dan jiran, daripada tempat bekerja dan bermain, daripada tempat berjual-beli, perpustakaan dan media massa.

**Pendidikan tak formal:** apa-apa aktiviti pendidikan yang disusun di luar sistem formal yang telah diwujudkan – sama ada beroperasi secara berasingan atau sebagai ciri penting bagi aktiviti yang lebih meluas – yang bertujuan mencapai objektif pembelajaran klien yang dikenal pasti.

Dari segi pengurusan sumber air, topik berkaitan air telahpun diterapkan ke dalam kurikulum sekolah. Hal ini bermakna topik berkaitan air telahpun berada dalam pendidikan formal. Pada peringkat prasekolah, pelajar mempelajari topik 'Saya dan Alam Sekitar', iaitu pelajar perlu mencari maklumat berkaitan air daripada media, menyediakan buku skrap perihal kitaran air hujan, berbincang tentang penggunaan air harian dan cara untuk menjimatkan air, serta isu berkaitan air, seperti kemarau, banjir, kekurangan air, pencemaran air dan rawatan air. Pada peringkat sekolah rendah, sukatan pelajaran Sains Darjah 2 telah memasukkan topik 'Bumi dan Air', iaitu pelajar perlu mengenal pasti sumber asli air seperti air hujan, sungai, tasik dan laut, serta juga memahami kitaran air. Pada peringkat sekolah menengah, sukatan pelajaran Sains Tingkatan 1 telah memasukkan topik 'Sistem dan Struktur Bumi', pelajar akan belajar tentang pengagihan air di bumi, termasuk air permukaan dan air bawah tanah serta risikonya. Di Tingkatan 4 dan Tingkatan 5, pelajar sekolah menengah akan belajar tentang kemampunan alam sekitar, pengurusan air sisa, kitaran hayat produk dan pencemaran alam sekitar. Di samping itu, pelajar juga akan belajar tentang air yang dicemari oleh sisa domestik.

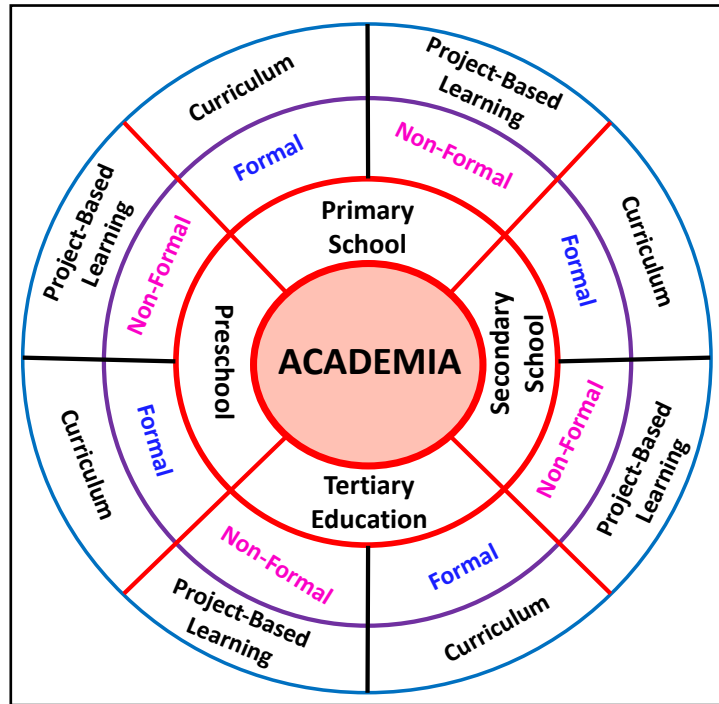
Walaupun kurikulum sekolah telah menerapkan topik berkaitan air yang telah sedia ada dalam pendidikan formal, aktiviti berkaitan di luar pendidikan formal masih sangat terhad, dan selalunya aktiviti-aktiviti ini tidak berstruktur dan dilakukan secara *ad-hoc*. Aktiviti ini penting untuk membawa pelajar ke lapangan dan meneroka ilmu pengetahuan yang tidak boleh ditemui dalam buku teks. Aktiviti ini berfungsi sebagai pendidikan tak formal dan salah satu kaedah di bawah pendidikan tak formal adalah dengan menjalankan aktiviti Pembelajaran Berasaskan Projek (*Project-Based Learning* atau PBL). Secara amnya, aktiviti PBL ialah kaedah pengajaran di mana pelajar belajar secara amali dan terlibat secara aktif dalam projek yang menangani isu dunia sebenar. Aktiviti PBL yang berkait dengan air adalah terhad, dan tidak ada platform yang betul untuk mengambil dan mendokumenkan aktiviti ini bagi tujuan pengajaran dan pembelajaran.

Selain PBL, topik berkaitan air boleh diterapkan ke dalam aktiviti kokurikulum di sekolah. Topik ini termasuk aktiviti berkaitan sukan, persatuan, kelab dan badan beruniform, iaitu platform yang membolehkan pelajar mengaplikasikan ilmu pengetahuan, kemahiran dan nilai yang dikaitkan dengan air dan alam sekitar. Melalui aktiviti kokurikulum, pelajar boleh menimba ilmu pengetahuan dan kemahiran secara amali atau pengalaman praktikal. Beberapa pertubuhan kokurikulum di sekolah adalah seperti yang berikut:

- a) Kelab Alam Sekitar / Kelab Pencinta Alam Sekitar
- b) Kelab Lestari Alam
- c) Kelab Renjer Sungai
- d) Persatuan Geografi / Sejarah
- e) Persatuan Pendidikan Sivik / Moral
- f) Pengakap
- g) Pandu Puteri
- h) Kadet Remaja Sekolah
- i) Kadet Polis

Topik yang berkaitan dengan pengurusan sumber air mampan boleh diterapkan sewaktu perhimpunan mingguan sekolah di sekolah rendah dan menengah. Topik pilihan boleh dikongsikan antara pelajar dan guru, antara contoh topik ini ialah sumber-sumber air, pengurusan air, pemuliharaan dan perlindungan alam sekitar. Di samping itu, pihak sekolah juga perlu mengadakan kerjasama strategik dengan pihak berkepentingan, seperti kementerian, sektor swasta, media, komuniti dan PIBG (Persatuan Ibu, Bapa and Guru). Pelbagai aktiviti boleh dijalankan, termasuk sambutan Hari Bumi, Hari Air Sedunia, Hari Alam Sekitar, and Hari Kitar Semula.

Berdasarkan perbincangan di atas, kerangka untuk Akademia dipaparkan pada Rajah 1.1, dengan penekanan ke atas pendidikan formal dan tak formal merentasi pendidikan prasekolah, sekolah rendah dan menengah, dan tinggi.



Rajah 1.1 Kerangka untuk Akademia

ACADEMIA	AKADEMIA
Preschool	Prasekolah
Primary School	Sekolah Rendah
Secondary School	Sekolah Menengah
Tertiary Education	Pendidikan Tinggi
Formal	Formal
Non-Formal	Tak Formal
Curriculum	Kurikulum
Project-Based Learning	Pembelajaran Berasaskan Projek

#### 1.4 Pelan Hala Tuju Akademia

Dengan mengambil kira situasi di Malaysia, serta input daripada pihak berkepentingan, AACB ingin mencadangkan 3 strategi di bawah kumpulan akademia, seperti di bawah:

- (1) Menekan semula kepentingan sungai sebagai sumber air bagi manusia dan alam sekitar
- (2) Pemupukan nilai tempatan dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan
- (3) Mempertingkatkan peranan penyelidik dari institut pengajian tinggi (IPT) dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan

**Strategi 1: Menekan semula kepentingan sungai sebagai sumber air bagi manusia dan alam sekitar**

Topik berkaitan air telah diterapkan ke dalam kurikulum sekolah, termasuk sukatan pelajaran prasekolah, sekolah rendah dan sekolah menengah. Penerapan ini bermakna bahawa topik berkaitan air telahpun menjadi sebahagian daripada pendidikan formal. Walaubagaimanapun, ada kemungkinan pelajar telah lupa atau masih belum sedar bahawa air sebenarnya berpunca dari sungai. Air paip sebenarnya diperoleh dari sungai dan telah dirawat sebelum disalurkan ke rumah kita (Rajah 1.2). Oleh itu, apabila mengajar topik berkaitan air di sekolah, guru harus mengulang semula kepentingan sungai sebagai sumber air untuk manusia dan persekitaran. Dalam hal ini, guru seharusnya dilatih dan dilatih semula, iaitu mereka harus mempelajari lebih banyak kajian kes berkaitan dengan pengurusan sungai supaya mereka boleh berkongsi kajian kes ini dengan pelajar apabila mengajar topik berkaitan air, yang terdapat dalam sukatan pelajaran.



Rajah 1.2 Air paip sebenarnya diperoleh dari sungai dan dirawat sebelum disalurkan ke rumah kita

Sebaliknya, buku panduan tentang kemampunan air perlu disediakan bagi kegunaan pelajar sekolah rendah dan menengah di Malaysia. Buku panduan tentang kemampunan air yang dicadangkan ini akan menekankan topik sumber air, bahaya/bencana berkaitan air, pengurusan air, pencemaran air, dan topik lain. Buku panduan ini disediakan berdasarkan bidang tematik air yang merentasi bidang atau disiplin berbeza, seperti geologi, hidrologi, sains dan teknologi, dan sosio-ekonomi. Dalam menyediakan buku panduan berkenaan dengan kemampunan air ini, rujukan boleh dibuat kepada buku panduan yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan pada 2016, bertajuk 'Buku Panduan Kelestarian Global'. Buku panduan ini digunakan



oleh para guru dalam mengajar dan mempromosi kelestarian atau kemampanan global.

Di sekolah, adalah dicadangkan penubuhan sudut informasi di perpustakaan sekolah berkaitan air. Di sudut informasi khusus ini yang berfokuskan air, pustakawan dengan bantuan pelajar dan guru boleh menyediakan helaian maklumat yang boleh meningkatkan kesedaran pelajar berkenaan dengan kepentingan pengurusan sumber air mampan. Helaian maklumat ini boleh memasukkan, sebagai contoh, apakah yang akan terjadi jika sungai dicemari; status kualiti air sungai di Malaysia; operasi loji rawatan air. Di samping itu, dengan peningkatan teknologi, maklumat mudah didapati melalui Internet. Oleh yang demikian, dicadangkan bahawa peralatan pendidikan dalam talian (seperti aplikasi dan/atau gamifikasi) yang berkaitan air patut ditubuhkan. Peralatan pendidikan dalam talian ini berfungsi sebagai platform interaktif dan menarik untuk melibatkan dan mendidik pelajar berkenaan dengan topik berkaitan air.

Merujuk RMK-12, ada dinyatakan bahawa ekosistem TVET (Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional) yang kukuh merupakan antara pemangkin utama dalam pembangunan sosio-ekonomi Malaysia. Ekosistem TVET yang kukuh akan menjadi pengubah keadaan yang boleh mewujudkan bakat tersedia dalam memenuhi permintaan industri. Dalam hal ini, wujud keperluan untuk menggabungkan elemen pengurusan sumber air mampan ke dalam program pengajaran berkenaan di institusi TVET awam dan swasta.

Dari segi sumber kewangan, semua aktiviti yang dicadangkan di atas memerlukan sokongan kewangan daripada kerajaan. Jadual 1.6 memaparkan pelan hala tuju dan cadangan belanjawan untuk strategi - Menyatakan semula kepentingan sungai sebagai sumber air bagi manusia dan alam sekitar.

Jadual 1.6 Pelan hala tuju dan cadangan belanjawan untuk strategi - Menyatakan semula kepentingan sungai sebagai sumber air bagi manusia dan alam sekitar

<b>Strategi 1: Menyatakan semula kepentingan sungai sebagai sumber air bagi manusia dan alam sekitar</b>					
<b>Bidang Tumpuan</b>	<b>Program</b>	<b>Pihak Berkuasa Peneraju</b>	<b>Sasaran</b>	<b>Cadangan Belanjawan</b>	<b>Catatan</b>
Rakyat	Melatih dan melatih semula guru tentang aktiviti yang berkaitan dengan pengurusan sumber air.  Bahagian Pendidikan Guru (BPG) – Merancang	KASA	211,570 guru  <b><u>RMK-12:</u></b> 21,157 guru <b><u>RMK-13:</u></b> 42,314 guru <b><u>RMK-14:</u></b> 63,471 guru <b><u>RMK-15:</u></b> 84,628 guru	Latihan Guru RM 10,578,500  (kursus 0.5 hari /RM 50 untuk separuh hari)  <b><u>RMK-12:</u></b> RM 1,057,850	WST 2040 hendaklah meliputi 50% daripada jumlah guru (423,140) di Malaysia

## Modul Latihan untuk Akademia

<p>dan melaksanakan pembangunan profesional guru secara berstruktur untuk guru dalam perkhidmatan berdasarkan buku panduan atau modul pembangunan profesional guru tentang kemampanan air oleh ASM.</p> <p>Institut Pendidikan Guru Malaysia (IPGM) – Latihan ini akan dilaksanakan dalam pelbagai pendekatan latihan seperti secara bersemuka, dalam talian, dan hibrid.</p> <p>i) Latihan Tenaga Pengajar ii) Latihan Guru</p> <p><b>(8i – Interaksi, Input Intelek)</b></p>			<p><b><u>RMK-13:</u></b> RM 2,115,700 <b><u>RMK-14:</u></b> RM 3,173,550 <b><u>RMK-15:</u></b> RM 4,231,400</p>	
		140 jurulatih	<p>Latihan bagi Jurulatih RM 40,000</p> <p><b><u>RMK-12:</u></b> RM 10,000 <b><u>RMK-13:</u></b> RM 10,000 <b><u>RMK-14:</u></b> RM 10,000 <b><u>RMK-15:</u></b> RM 10,000</p>	Melatih 140 jurulatih
<p>Program pembangunan profesional untuk membiasakan guru dengan sains iklim, pedagogi aktif dan reka bentuk projek.</p> <p>BPG – Merancang dan melaksanakan pembangunan profesional guru secara berstruktur untuk guru dalam perkhidmatan berdasarkan modul pengajaran pendidikan iklim.</p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p> <p><b>Rakan Kerjasama</b> KPM, ISTIC dan Pejabat Pendidikan Iklim, UNESCO</p>	23,360 guru	<p>Latihan Guru RM 1,401,600</p> <p>(12 jam latihan )</p> <p><b><u>RMK-12:</u></b> RM 350,400 <b><u>RMK-13:</u></b> RM 350,400 <b><u>RMK-14:</u></b> RM 350,400 <b><u>RMK-15:</u></b> RM 350,400</p>	Melatih 23,360 guru
		80 jurulatih	<p>Latihan tenaga pengajar</p>	Melatih 80 jurulatih

## Modul Latihan untuk Akademia

	<p>IPGM - Latihan ini akan dijalankan dengan pelbagai pendekatan seperti secara berdepan, dalam talian, dan hibrid:</p> <p>i) Latihan tenaga pengajar ii) Latihan Guru</p> <p><b>(8i - Interaksi, Input Intelek)</b></p>			<p>RM 40,000</p> <p><b>RMK-12:</b> RM 10,000 <b>RMK-13:</b> RM 10,000 <b>RMK-14:</b> RM 10,000 <b>RMK-15:</b> RM 10,000</p>	
Tadbir Urus	<p>Menyediakan modul bengkel pembangunan profesional guru dan aktiviti pedagogi (untuk seting formal dan tak formal) tentang kemampanan air dan penyesuaian perubahan iklim.</p> <p><b>(8i - Integriti, Institusi)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p> <p><b>Rakan Kerjasama</b> KPM, <i>Humid Tropics Center</i> (HTC - KL)</p>	<p>Kandungan modul dan aktiviti pedagogi telah disediakan sewaktu <b>RMK-12</b>.</p>	RM 20,000	
	<p>Menyediakan bahan pedagogi berasaskan perubahan iklim untuk seting formal dan tak formal, termasuk bahan untuk pembangunan profesional guru.</p> <p><b>(8i - Integriti, Institusi)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p> <p><b>Rakan Kerjasama</b> KPM, MGTC, ISTIC dan Pejabat Pendidikan Iklim, UNESCO</p>	<p>Bahan pedagogi telah disediakan sewaktu <b>RMK-12</b>.</p>	RM 20,000	
	<p>Menawarkan kursus berkaitan dengan pendidikan kemampanan air dan perubahan</p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p>	<p>Kursus ini telah disediakan dan ditawarkan pada <b>RMK-2</b>.</p>	RM 20,000	

**Modul Latihan untuk Akademia**

	<p>iklim dalam Program Ijazah Sarjana Muda Pendidikan (PISMP)</p> <p><b>(8i - Integriti, Institusi)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Pelaksanaan</b> KPM &amp; KPT</p>			
	<p>Menggabungkan elemen pengurusan sumber air mampan ke dalam program pengajaran yang berkaitan di institusi TVET awam dan swasta</p> <p><b>(8i - Integriti, Institusi)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p> <p><b>Ketua Pihak Berkuasa Pelaksana</b> KPM &amp; KPT</p>	<p>Program TVET berkaitan telah disemak semula sewaktu <b>RMK-12</b>.</p>	<p>RM 1,000,000</p>	
Maklumat dan RDCI	<p>Membangunkan instrumen penilaian literasi air dan iklim</p> <p><b>(8i - Infostruktur)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p> <p><b>Rakan Kerjasama</b> KPM, KPT</p>	<p>Instrumen ini telah dibangunkan sewaktu <b>RMK-12</b>.</p>	<p>RM 20,000</p>	
	<p>Mewujudkan pendekatan seluruh-sekolah untuk menggalakkan literasi air dan iklim melalui seting formal dan tak formal serta model "quadruple helix"</p> <p><b>(8i - Infostruktur)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p> <p><b>Rakan Kerjasama</b> KPT, KPM</p>	<p>8,220 sekolah</p> <p><b>RMK-12:</b> 822 sekolah</p> <p><b>RMK-13:</b> 1,644 sekolah</p> <p><b>RMK-14:</b> 2,466 sekolah</p> <p><b>RMK-15:</b> 3,288 sekolah</p>	<p>RM 822,000</p> <p>(RM 100 setiap sekolah)</p> <p><b>RMK-12:</b> RM 82,200</p> <p><b>RMK-13:</b> RM 164,400</p> <p><b>RMK-14:</b> RM 246,600</p> <p><b>RMK-15:</b> RM 328,800</p>	<p>WST 2040 hendaklah meliputi 50% daripada jumlah sekolah (16,440) di Malaysia</p>
Infrastruktur dan Teknologi	<p>Membangunkan permainan berasaskan simulasi, platform</p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p>	<p>Platform/alatan pendidikan dalam talian telah</p>	<p>RM 1,000,000</p>	

## Modul Latihan untuk Akademia

	<p>mudah-alih, persekitaran maya, dan alatan realiti terimbuh untuk memuncakkan perasaan ingin tahu dan menambah keterlibatan pelajar.</p> <p><b>(8i - Infrastruktur)</b></p>	<p><b>Rakan Kerjasama</b> KPM, KPT</p>	<p>dibangunkan sewaktu <b>RMK-12.</b></p>		
	<p>Mendidik generasi masa kini dan akan datang tentang perubahan iklim dengan menyediakan alat untuk membantu pelajar mempelajari sains dan geografi dengan lebih menyeronokkan dan berkesan.</p> <p><b>(8i - Infrastruktur)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p>	<p>2,445 sekolah menengah</p>	<p>RM 104,108,100</p> <p><b>RMK-12 - RMK-15:</b> Rumah Hijau: RM92,910,000</p> <p>Peralatan Penyulingan Air: RM5,085,600</p> <p>Stesen Meteorologi: RM6,112,500</p>	<p>Melibatkan 2,445 sekolah menengah</p>
	<p>Mewujudkan sumber pendidikan sehenti dan aktiviti tentang air dan perubahan iklim menerusi platform Inisiatif Pembelajaran Pendidikan Digital Malaysia ((<i>Digital Educational Learning Initiatives</i> Malaysia) (DELIMa)).</p> <p><b>(8i - Infrastructure)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p>	<p>Platform setempat tersebut telah dibangunkan sewaktu <b>RMK-12.</b></p>	<p>RM 1,000,000</p>	<p>Semua sekolah boleh mengakses sumber pendidikan dan aktiviti dalam DELIMa.</p>
Kewangan	<p>Bantuan kewangan diperlukan untuk program yang dicadangkan di atas. Sila rujuk setiap program untuk perincian belanjawan.</p>				

**Strategi 2: Pemupukan nilai tempatan dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan**

Walaupun topik berkaitan air telahpun digabungkan ke dalam kurikulum sekolah, namun ada keperluan untuk dipautkan ilmu pengetahuan yang dipelajari daripada buku dengan dunia sebenar. Pelajar sepatutnya menghargai persekitaran sekeliling mereka (Rajah 1.3). Dalam hal ini, guru boleh menjalankan aktiviti berkaitan air bersama dengan pelajar, seperti melalui aktiviti pembelajaran berasaskan projek (PBL), sebagai sebahagian daripada inisiatif di bawah pendidikan tak formal. Oleh itu, guru hendaklah dilatih dan dilatih semula tentang aktiviti berpotensi berkaitan dengan pengurusan sumber air. Aktiviti-aktiviti ini akan memberikan penekanan kepada latar belakang tempatan, seperti maklumat tentang sungai berhampiran dengan sekolah mereka, inisiatif tempatan dalam penjagaan dan pembersihan sungai, entiti tempatan yang bertanggungjawab untuk menguruskan sungai. Sebagai tambahan, pihak Kementerian juga hendaklah mengumpul kajian kes tempatan dan antarabangsa berkenaan dengan amalan terbaik pengurusan sungai/air, dan kemudiannya berkongsi kajian kes ini ke seluruh Malaysia.

Apabila menjalankan PBL, guru dan pelajar diharapkan untuk mengumpul data tempatan. Data ini termasuk daripada sungai paling hampir dengan sekolah, data kualiti air sungai tersebut, maklumat flora dan fauna berdekatan sungai, penggunaan tanah, data meteorologi dan data berkenaan yang lain. Apabila data ini sudah tersedia, sekolah boleh membina pusat sumber yang khusus untuk sungai yang paling hampir dengan sekolah. Di samping itu, guru boleh menimbangkan penubuhan laman web untuk mengetengahkan aktiviti PBL yang telah dijalankan. Laman web ini boleh digabungkan ke dalam laman web sekolah untuk mengurangkan kos dan memudahkan penyelenggaraan.

Seperti yang dinyatakan dalam RMK-12, TVET di Malaysia akan ditingkatkan untuk mempersiapkan graduan TVET yang berupaya memenuhi permintaan industri. Dalam hal ini, usaha sama dan kerjasama antara TVET dengan industri perlu diperkukuhkan dengan memasukkan lebih banyak sesi atau platform untuk pihak industri berkongsi pengalaman dan harapan dengan pelajar TVET.

Berkenaan dengan hal sumber kewangan, semua aktiviti yang dicadangkan di atas, memerlukan sokongan kewangan daripada kerajaan. Jadual 1.7 memaparkan pelan hala tuju dan belanjawan yang dicadangkan untuk strategi – Pemupukan nilai tempatan dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan.



Rajah 1.3 Pelajar hendaklah menghargai alam sekitar mereka

Jadual 1.7 Pelan hala tuju dan cadangan belanjawan untuk strategi - Pemupukan nilai tempatan dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan

Strategy 2: Pemupukan nilai tempatan dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan					
Bidang Tumpuan	Program	Pihak Berkuasa Peneraju	Sasaran	Cadangan Belanjawan	Catatan
Rakyat	<p>Melatih dan melatih semula guru tentang aktiviti yang berkaitan dengan pengurusan sumber air.</p> <p>BPG – Merancang dan melaksanakan pembangunan profesional guru secara berstruktur untuk guru dalam perkhidmatan berdasarkan buku panduan atau modul pengajaran oleh ASM.</p> <p>IPGM – Latihan akan dilaksanakan</p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b></p> <p><b>Pihak Berkuasa Peneraju KASA</b></p> <p><b>Kuasa Pelaksana Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM)</b></p>	<p>211,570 guru</p> <p><b>RMK-12:</b> 21,157 guru</p> <p><b>RMK-13:</b> 42,314 guru</p> <p><b>RMK-14:</b> 63,471 guru</p> <p><b>RMK-15:</b> 84,628 guru</p>	<p>Latihan Guru RM 10,578,500</p> <p>(latihan 0.5 hari/RM 50 untuk setengah hari)</p> <p><b>RMK-12:</b> RM 1,057,850</p> <p><b>RMK-13:</b> RM 2,115,700</p> <p><b>RMK-14:</b> RM 3,173,550</p> <p><b>RMK-15:</b> RM 4,231,400</p>	<p>WST 240 hendaklah meliputi 50% jumlah guru (423,140) di Malaysia</p>

**Modul Latihan untuk Akademia**

	<p>melalui pelbagai pendekatan latihan seperti secara bersemuka, dalam talian dan hibrid.</p> <p>i) Latihan Tenaga Pengajar ii) Latihan Guru</p> <p><b>(8i – Interaksi, Input Intelek)</b></p>				
Tadbir Urus	<p>Mengumpulkan kajian kes tempatan dan antarabangsa tentang amalan terbaik pengurusan sungai/air dan penyesuaian perubahan iklim.</p> <p><b>(8i – Integriti, Institusi)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p> <p><b>Rakan Kerjasama</b> KPM, Humid Tropics Center (HTC - KL)</p>	<p>Kajian kes tentang amalan terbaik pengurusan sungai/air dikumpul semasa <b>RMK-12</b>.</p>	<p>RM 20,000</p>	<p>Menubuhkan jawatankuasa untuk mengumpul kajian kes tempatan dan antarabangsa tentang amalan terbaik pengurusan sungai/air</p>
	<p>Memperkukuh usaha sama dan kerjasama antara TVET dengan industri melalui penyediaan lebih banyak sesi atau platform untuk industri berkongsi pengalaman dan harapan mereka dengan pelajar TVET</p> <p><b>(8i – Integriti, Institusi)</b></p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p>	<p>Sesi or platform untuk industri berkongsi pengalaman dan harapan dengan pelajar TVET telah ditubuhkan dalam <b>RMK-12</b>.</p>	<p>RM 1,000,000</p>	
Maklumat dan RDCI	<p>Agensi persekutuan dan negeri/tempatan mengatur program pendidikan yang melibatkan pelajar menggunakan data kerajaan terbuka berkaitan dengan</p>	<p><b>Pihak Berkuasa Peneraju</b> KASA</p> <p><b>Rakan Kerjasama</b> KPM</p>	<p>8,220 sekolah</p> <p><b>RMK-12:</b> 822 sekolah <b>RMK-13:</b> 1,644 sekolah <b>RMK-14:</b> 2,466 sekolah <b>RMK-15:</b></p>	<p>RM 822,000</p> <p>(RM 100 setiap sekolah)</p> <p><b>RMK-12:</b> RM 82,200 <b>RMK-13:</b> RM 14,400</p>	<p>WST 2040 hendaklah meliputi 50% daripada jumlah sekolah (16,440) di Malaysia</p>



	air dan perubahan iklim dalam pembuatan keputusan dipacu oleh data.  <b>(8i - Infostruktur)</b>		3,288 sekolah	<b>RMK-14:</b> RM 246,600 <b>RMK-15:</b> RM 328,800	
Infrastruktur dan Teknologi	Menyediakan sumber dalam talian tunggal, boleh dicari, mesra pengguna untuk mencari program dan sumber pendidikan berkaitan dengan air dan iklim serta peluang pendanaan dan juga mempamerkan aktiviti pembelajaran berasaskan projek (PBL) yang dijalankan oleh sekolah (menggunakan platform baharu atau yang dipertingkatkan).  <b>(8i - Infrastruktur)</b>	<b>Pihak Berkuasa Peneraju KASA</b>  <b>Rakan Kerjasama KPM, KPT, MOSTI</b>	Platform dalam talian dibangunkan/ dipertingkatkan semasa <b>RMK-12</b> .	RM 1,000,000	
Kewangan	Bantuan kewangan diperlukan untuk program yang dicadangkan di atas. Sila rujuk setiap program untuk perincian belanjawan.				

**Strategi 3: Mempertingkatkan peranan penyelidik dari institut pengajian tinggi (IPT) dalam mempromosi pengurusan sumber air**

Tidak seperti prasekolah, sekolah rendah dan menengah, institut pengajian tinggi (IPT), samada awam atau swasta, akan menentukan dan membangunkan kurikulum berkenaan untuk program sarjana muda dan lepasan ijazah mereka. Jika program-program ini bertauliah dan diiktiraf oleh badan profesional, seperti program kejuruteraan dan perubatan, maka pihak IPT mesti patuh dengan semua syarat yang ditetapkan oleh badan profesional tersebut. Sebaliknya, bagi program yang tidak dikawalselia oleh badan profesional, maka pihak IPT boleh mengambil inisiatif sendiri untuk membangunkan program berkenaan. Semua program ini perlu

diluluskan oleh Kementerian Pengajian Tinggi dan diakreditasi oleh Agensi Kelayakan Malaysia (MQA).

Pihak IPT menawarkan program dalam pelbagai bidang dan disiplin, termasuk STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik), ekonomi, sains sosial, undang-undang, seni dan kemanusiaan. Topik berkaitan dengan pengurusan sumber air mungkin menjadi salah satu topik dibawah program yang ditawarkan oleh IPT, namun, ia adalah mencabar untuk mengetahui program mana yang telah menerapkan topik berkaitan dengan pengurusan sumber air kerana tidak ada badan utama yang mengumpul dan menggabungkan kursus yang diajar di bawah semua program ini. Tambahan pula, mengikut keperluan Kementerian Pengajian Tinggi dan MQA, semua program ini perlu disemak selepas tempoh masa tertentu untuk memasti program tersebut mengambil kira perkembangan semasa dan relevan. Dalam hal ini, sudah menjadi keperluan untuk melatih pensyarah tentang topik dan aktiviti yang berkaitan dengan pengurusan sumber air. Topik ini adalah seperti Pengurusan Sumber Air Bersepadu ((Integrated Water Resources Management (IWRM)), Pengurusan Lembangan Tasik Bersepadu ((Integrated Lake Basin Management (ILBM)), Pengurusan Lembangan Sungai Bersepadu ((Integrated River Basin Management (IRBM)), dan topik berkenaan yang lain. Topik boleh juga berkait dengan isu air yang dialami di Malaysia (Rajah 1.4). Tambahan pula, pensyarah boleh juga mengumpul kes kejayaan berkaitan dengan pengurusan sumber air di IPT (awam dan swasta) dan berkongsikannya ke seluruh Malaysia.

Di IPT, kami percaya bahawa terdapat ramai pakar sumber air. Namun, tiada platform untuk mengumpul maklumat kontak dan kepakaran mereka. Oleh itu, terdapat keperluan untuk menubuhkan pangkalan data pakar rujuk dalam bidang pengurusan sumber air. Di samping itu, alat interaktif boleh dicipta yang boleh mewujudkan platform untuk komunikasi interaktif antara IPT (awam dan swasta) dan orang awam.

Untuk mengukuhkan pengetahuan tempatan, terdapat keperluan untuk mengukuhkan RDCI (Penyelidikan, Pembangunan, Komersialisasi (Research, Development, Commercialisation and Innovation)) yang berkaitan dengan pengurusan sumber air di Malaysia. Kerajaan patut melazimkan pengurusan sumber air sebagai salah satu bidang utama penyelidikan dalam RDCI, dan kemudiannya memberi dan mengekalkan dana penyelidikan yang mencukupi kepada penyelidik di Malaysia. Penyelidikan ini merangkumi penyelidikan asas (contohnya, menubuhkan rangka kerja teori yang menyokong IWRM) dan kajian lapangan (contohnya, menubuhkan sistem penuaian air hujan).

Penyelidik di IPT mempunyai pengalaman yang luas dalam penyelidikan, latihan dan perundingan, oleh itu mereka sepatutnya berkongsi kepakaran dengan pihak berkepentingan, iaitu kerajaan, industri dan komuniti. Bagi kerajaan, penyelidik boleh memberikan input teknikal sebagai pakar bidang (SME) kepada pegawai kerajaan, dan juga untuk mewakili Malaysia atau membantu pegawai kerajaan dalam perundingan antarabangsa dan serantau. Di samping itu, penyelidik boleh juga menjadi penjaga ingatan ('memory keeper') untuk kementerian/agensi berkaitan

bagi memastikan kemampunan pemindahan pengetahuan. Bagi industri, penyelidik boleh bekerja rapat dengan badan profesional dengan memberi kursus latihan profesional atau menjadi perunding/penasihat teknikal kepada industri pilihan. Bagi komuniti, penyelidik boleh mengambil langkah proaktif dan memimpin dalam menyantuni komuniti. Di samping itu, penyelidik juga boleh mempromosi konsep sains rakyat untuk meningkatkan keterlibatan komuniti dalam pengurusan sumber air mampan.

Berhubung dengan sumber kewangan, semua aktiviti yang dicadangkan di atas, memerlukan sokongan kewangan daripada pihak kerajaan. Jadual 1.8 memaparkan pelan hala tuju dan cadangan belanjawan bagi strategi – Meningkatkan peranan penyelidik dari institut pengajian tinggi (IPT) dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan.



Rajah 1.4 Isu air yang dialami di Malaysia

Jadual 1.8 Pelan hala tuju dan cadangan belanjawan bagi strategi – Meningkatkan peranan penyelidik dari institut pengajian tinggi (IPT) dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan

<b>Strategi 3: Meningkatkan peranan penyelidik dari institut pengajian tinggi (IPT) dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan</b>					
<b>Bidang Tumpuan</b>	<b>Program</b>	<b>Pihak Penguasa Peneraju</b>	<b>Sasaran</b>	<b>Cadangan Belanjawan</b>	<b>Catatan</b>
Rakyat	Melatih pensyarah tentang topik dan aktiviti yang	KASA	25,043 pensyarah <b>RMK-12:</b>	RM 2,504,300	WST 2040 hendaklah meliputi 50% daripada

## Modul Latihan untuk Akademia

	berkaitan dengan pengurusan sumber air.  <b>(8i – Interaksi, Input Intelek)</b>		2,504 pensyarah <b>RMK-13:</b> 5,008 pensyarah <b>RMK-14:</b> 7,513 pensyarah <b>RMK-15:</b> 10,018 pensyarah	(latihan 1 hari/RM 100 untuk 1 hari)  <b>RMK-12:</b> RM 250,400 <b>RMK-13:</b> RM 500,800 <b>RMK-14:</b> RM 751,300 <b>RMK-15:</b> RM 1,001,800	jumlah pensyarah (50,085 yang termasuk profesor, profesor madya dan pensyarah) di Malaysia
Tadbir Urus	Mengumpul kes kejayaan berkaitan dengan pengurusan sumber air di IPT (awam dan swasta)  <b>(8i – Integriti, Institusi)</b>	KASA	Kes kejayaan dikumpul semasa <b>RMK-12.</b>	RM 20,000	Menubuhkan jawatankuasa untuk mengumpul kes kajayaan berkaitan dengan pengurusan sumber air di IPT (awam dan swasta)
Maklumat dan RDCI	Untuk menubuhkan pangkalan data pakar rujuk (dari IPT awam dan swasta) dalam bidang pengurusan sumber air  <b>(8i – Infostruktur)</b>	KASA	Pangkalan data diwujudkan sewaktu <b>RMK-12.</b>	RM 50,000	Pangkalan data disediakan dalam talian.
	Untuk melazimkan pengurusan sumber air sebagai salah satu bidang utama penyelidikan dalam RDCI.  <b>(8i – Infostruktur)</b>	KASA	10 projek untuk <b>setiap Rancangan Malaysia (RMK)</b>	RM 20 juta untuk <b>setiap Rancangan Malaysia (RMK)</b>	Dana akan diberikan oleh Kerajaan

## Modul Latihan untuk Akademia

	Penyelidik membangunkan program jangkauan dengan agensi kerajaan.  (8i - Infostruktur)	KASA	Kerajaan akan memberikan <b>dana operasi tahunan</b> kepada penyelidik.	RM 5 juta bagi <b>setiap Rancangan Malaysia (RMP)</b>	Dana akan diberikan oleh Kerajaan
	Penyelidik membangunkan program jangkauan dengan industri.  (8i - Infostruktur)	KASA	Kerajaan akan memberikan <b>dana operasi tahunan</b> kepada penyelidik.	RM 5 juta bagi <b>setiap Rancangan Malaysia (RMP)</b>	Dana akan diberikan oleh Kerajaan
	Penyelidik membangunkan program jangkauan dengan komuniti.  (8i - Infostruktur)	KASA	Kerajaan akan memberikan <b>dana operasi tahunan</b> kepada penyelidik.	RM 5 juta bagi <b>setiap Rancangan Malaysia (RMP)</b>	Dana akan diberikan oleh Kerajaan
Infrastruktur dan Teknologi	Menubuhkan alat interaktif yang menggalakkan komunikasi interaktif antara IPT (awam dan swasta) dan orang awam  (8i - Infrastruktur)	KASA	Alat interaktif ini ditubuhkan semasa <b>RMK-12</b> .	RM 200,000	Alat interaktif ini boleh digunakan di pelbagai platform, seperti <i>Windows, Mac, Android, iOS</i> dan sebagainya.
Kewangan	Bantuan kewangan diperlukan untuk program yang dicadangkan di atas. Sila rujuk setiap program untuk perincian belanjawan.				

Berkenaan dengan pangkalan data pakar rujuk, pihak AACB telah mengambil inisiatif proaktif dengan mengumpul senarai awal pakar rujuk berpotensi dari 20 universiti awam dan 5 universiti swasta. E-mel telah dihantar kepada Dekan/Pengarah 93 entiti, yang termasuk fakulti kejuruteraan, fakulti sains dan teknologi, fakulti sains bumi dan alam sekitar, fakulti undang-undang, dan fakulti berkenaan yang lain dari 25 universiti. Berdasarkan e-mel tersebut, Dekan/Pengarah telah mencalonkan pakar rujuk berpotensi dalam bidang pengurusan air, dan mereka juga telah memberikan CV penuh dan ringkas pakar rujuk berpotensi tersebut. Status **senarai awal** pakar

rujuk dipaparkan dalam Jadual 1.9. Ringkasan kepakaran pakar rujuk boleh dilihat dalam Lampiran A, manakala kompilasi CV ringkas pakar rujuk berpotensi boleh didapati dalam Lampiran B. Dengan senarai awal ini, EPU dan ASM kini boleh menilai dan seterusnya mengenal pasti pakar rujuk bagi WST 2040.

Jadual 1.9 Status **senarai awal** pakar rujuk dari 25 universiti di Malaysia

No.	IPT	Bilangan pakar rujuk
1.	Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM)	7
2.	Universiti Putra Malaysia (UPM)	9
3.	Universiti Malaya (UM)	7
4.	Universiti Sains Malaysia (USM)	14
5.	Universiti Malaysia Perlis (UniMAP)	3
6.	Universiti Teknologi Malaysia (UTM)	1
7.	Universiti Islam Antarabangsa Malaysia (UIAM)	2
8.	Universiti Utara Malaysia (UUM)	4
9.	Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS)	6
10.	Universiti Malaysia Sabah (UMS)	13
11.	Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI)	2
12.	Universiti Sains Islam Malaysia (USIM)	1
13.	Universiti Teknologi MARA (UiTM)	13
14.	Universiti Malaysia Terengganu (UMT)	12
15.	Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM)	21
16.	Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM)	3
17.	Universiti Malaysia Pahang (UMP)	1
18.	Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA)	1
19.	Universiti Malaysia Kelantan (UMK)	3
20.	Universiti Pertahanan Nasional Malaysia (UPNM)	3
21.	Universiti Sunway	3
22.	Universiti Monash Malaysia	7
23.	Universiti Curtin	6
24.	Universiti Nottingham Malaysia	4
25.	Universiti Teknologi Petronas	8
<b>JUMLAH</b>		<b>154</b>

**Rujukan**

- ASM. 2021a. Setting the National Agenda and Formulating the Roadmap for Malaysia’s Water Sector Transformation 2040 (WST 2040). Integrated Interim Report Volume 1.
- ASM. 2021b. Setting the National Agenda and Formulating the Roadmap for Malaysia’s Water Sector Transformation 2040 (WST 2040). Integrated Interim Report Volume 2.
- Coombs, P.H., Prosser R.C., Ahmed, M. 1973. New paths to learning for rural children and youth. New York: UNICEF International Council for Educational Development.

Jabatan Pendidikan Malaysia. 2021. Senarai daftar dan statistik IPTS (accessed 25 April 2021). <http://jpt.mohe.gov.my/portal/ipts/institusi-pendidikan-tinggi-swasta/senarai-daftar-dan-statistik-ipts>

Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013. Pelan Pendidikan Malaysia 2013-2025.

Kementerian Pendidikan Malaysia, 2021. Maklumat Asas Pendidikan (accessed 21 April 2021).

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZDcxN2UxZTctMmY5MS00ZmYxLTgwY2ItOTIzNGRkN2NmNGEwliwidCI6ImQ3M2UwNDFlLWE2MzAtNDg5NS05NmZILWRiMGUxZTc0Y2Y5OCIsImMiOjEwfQ%3D%3D>

Kementerian Pengajian Tinggi. 2020. Statistik Pendidikan Tinggi 2019.

## BAB 2 PENDEKATAN

### 2.1 Gambaran Keseluruhan

Air adalah penting untuk manusia dan alam sekitar. Kita perlu minum air yang cukup untuk kekal sihat, dan air juga diperlukan oleh haiwan dan tumbuh-tumbuhan untuk hidup dan tumbes. Oleh itu usaha memastikan kualiti air yang baik dan kuantiti air yang mencukupi bagi memastikan kelestarian kehidupan adalah penting. Kita perlu akui dan hargai kepentingan air, dan kemudiannya melindungi dan memulihara air. Dalam hal ini, mendidik generasi muda dalam mempromosi sumber air mampan sangatlah penting, yang boleh dicapai dengan menggabungkan pengetahuan berkaitan air melalui pendidikan formal dan tak formal.

### 2.2 Modul Latihan untuk Akademia

Di bawah AACB, kami telah cuba membangunkan modul latihan yang boleh melatih generasi muda dalam mempromosi sumber air mampan. Walau bagaimanapun, untuk memastikan kemampanan latihan, walaupun tujuan asalnya adalah untuk melatih generasi muda, namun modul ini telah diolah untuk melatih guru (dari prasekolah, sekolah rendah dan menengah) dan pensyarah (dari institut pengajian tinggi (IPT)), bukannya pelajar. Guru dan pensyarah adalah 'jurulatih' untuk generasi muda, dan mereka akan menghabiskan lebih banyak masa di sekolah dan IPT berbanding dengan pelajar. Oleh itu, modul latihan ini diolah untuk Latihan Jurulatih (TOT). Objektif, skop, output dan hasil yang diharapkan bagi modul latihan ini adalah seperti yang berikut:

#### **A. Objektif**

- Melatih guru dan pensyarah dalam aspek pengurusan sumber air mampan.

#### **B. Skop**

- Para guru (prasekolah, sekolah rendah dan menengah)
- Pensyarah (insitut pengajian tinggi)

#### **C. Output yang Diharapkan**

- Guru dan pensyarah terlatih dalam pengurusan sumber air mampan.

#### **D. Hasil yang Diharapkan**

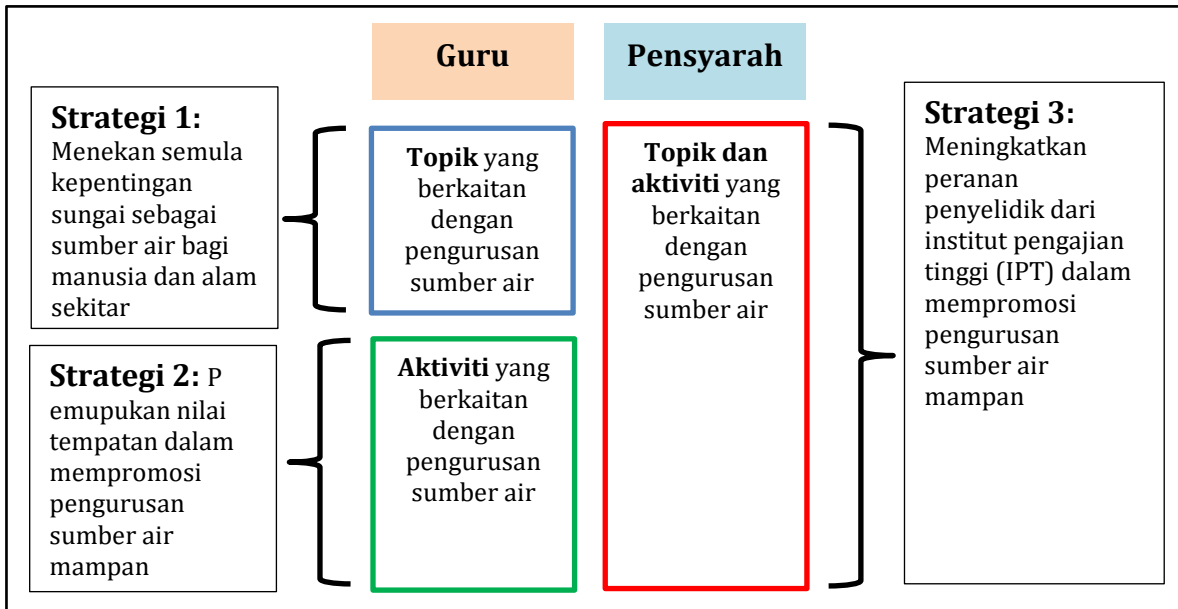
- Guru dan pensyarah menerapkan elemen pengurusan sumber air mampan ke dalam kelas dan kuliah mereka.

Di bawah pelan hala tuju untuk akademia, terdapat 3 strategi yang dicadangkan, iaitu:

- (1) Menekan semula kepentingan sungai sebagai sumber air untuk manusia dan alam sekitar
- (2) Pemupukan nilai tempatan dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan
- (3) Meningkatkan peranan penyelidik dari IPT dalam mempromosi pengurusan sumber air mampan



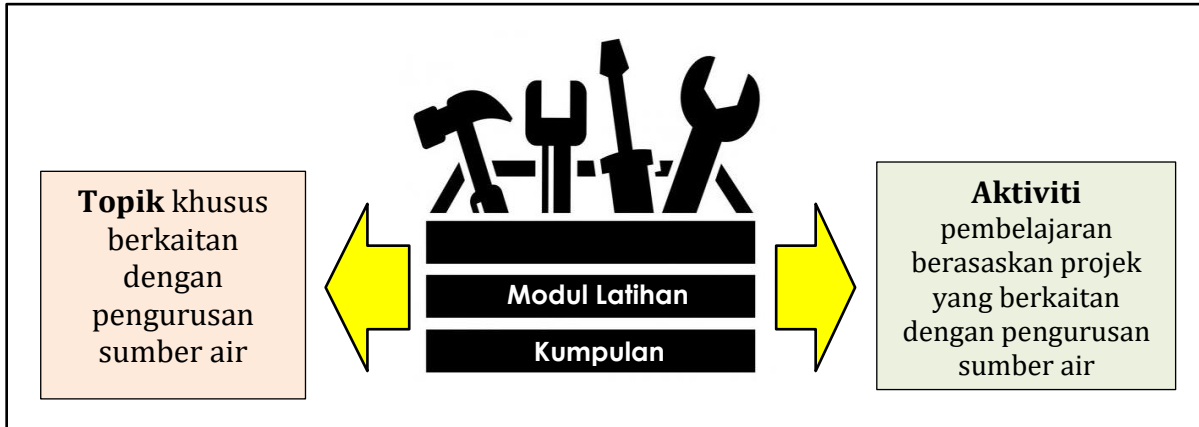
Strategi yang dicadangkan adalah berdasarkan keperluan pendidikan formal dan tak formal yang berkaitan dengan pengurusan sumber air mampan. Oleh itu dalam modul latihan ini, untuk pendidikan formal, kami akan memberi penekanan kepada topik yang berkaitan dengan pengurusan sumber air; manakala untuk pendidikan tak formal, aktiviti berkaitan dengan pengurusan sumber air akan diketengahkan. Hubungan kait antara strategi yang dicadangkan, topik (pendidikan formal) dan aktiviti (pendidikan tak formal) untuk guru dan pensyarah dipaparkan dalam Rajah 2.1.



Rajah 2.1 Hubungan kait antara strategi, topik (pendidikan formal) dan aktiviti (pendidikan tak formal) untuk guru dan pensyarah

### 2.3 Kotak Alatan untuk Modul Akademia

Terdapat banyak maklumat yang ada yang berkaitan dengan pengurusan sumber air mampan. Namun, maklumat ini berselerak dan mungkin tidak sesuai untuk digunakan secara terus oleh pendidik di Malaysia. Oleh itu, dalam modul latihan AACB, kami menggunakan konsep kotak alatan, iaitu para pendidik boleh memilih alat yang sesuai (topik dan aktiviti) daripada kotak alatan (modul latihan) (Rajah 2.2). Dalam kotak alatan ini, terdapat **topik** khusus yang sesuai digunakan sebagai pendidikan formal, seperti air dan kehidupan, bahaya air, pengurusan sumber air bersepadu (*integrated water resources management (IWRM)*), pengurusan lembangan tasik bersepadu (*integrated lake basin management (ILBM)*). Di samping itu, terdapat juga senarai **aktiviti** pembelajaran berasaskan projek (PBL) yang boleh digunakan di prasekolah, sekolah rendah dan menengah, dan IPT. Bagi membantu pengguna kotak alatan ini, kami menggunakan perkataan 'pendidik' yang mewakili guru dan / atau pensyarah; dan perkataan 'pelajar' bermaksud murid prasekolah, murid sekolah rendah, murid sekolah menengah dan / atau pelajar IPT.



Rajah 2.2 Kotak alatan untuk modul latihan akademia AACB

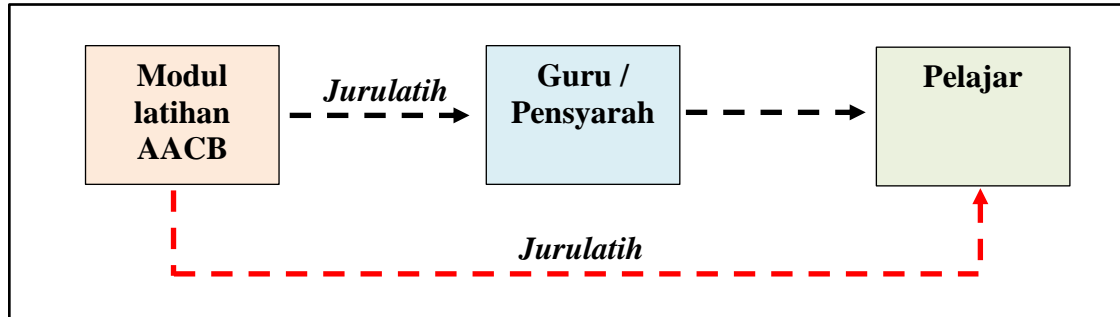
Bagi topik berkaitan dengan pengurusan sumber air, modul latihan ini telah mengenal pasti 3 tahap berlainan yang boleh memadankan keperluan khalayak sasaran khusus, iaitu tahap asas, pertengahan dan tinggi. Jadual 2.1 menunjukkan perihalan setiap tahap dalam modul latihan ini.

Jadual 2.1 Tahap berbeza untuk topik yang berkaitan dengan pengurusan sumber air

Tahap	Perihalan
Asas	Tahap ini adalah untuk <b>kesedaran</b> . Pendidik boleh menggunakan maklumat dalam modul latihan ini untuk mengajar pelajar, sebagai contoh, pelajar sekolah rendah. Maklumat untuk tahap asas memadai untuk meningkatkan kesedaran khalayak sasaran.
Pertengahan	Tahap ini adalah untuk <b>pembinaan keupayaan</b> . Pendidik boleh menggunakan maklumat dalam modul pengajaran ini untuk mengajar pelajar mereka, sebagai contoh, pelajar sekolah menengah dan pelajar universiti. Maklumat pada tahap pertengahan boleh membantu pelajar untuk mendapat pemahaman yang lebih baik bagi topik terpilih.
Tinggi	Tahap ini adalah untuk melatih <b>bakal penyokong</b> . Namun, disebabkan pelbagai bahan dan maklumat telah disediakan oleh badan-badan berkenaan pada peringkat tempatan dan antarabangsa, oleh itu, dalam modul latihan ini, kami menyenaraikan bahan berkenaan yang berada dalam talian, dan pendidik boleh mengakses bahan ini untuk rujukan tambahan. Tambahan pula, pendidik boleh menghubungi pakar rujuk yang tersenarai dalam modul latihan ini untuk memahami dengan lebih lanjut untuk topik yang berkaitan.

## Modul Latihan untuk Akademia

Di samping itu, walaupun modul latihan ini telah dirangka untuk melatih guru dan pensyarah, jurulatih juga boleh menggunakan modul latihan ini untuk melatih pelajar, seperti yang digambarkan dalam Rajah 2.3. Cara latihan termasuk latihan fizikal (bersemuka) dan latihan dalam talian.



Rajah 2.3 Aplikasi modul latihan akademia AACB

Sebagai permulaan, guru sains menjadi kumpulan utama untuk menerima latihan daripada AACB, dan akhirnya ianya akan merangkumi guru daripada zon berlainan di Malaysia, iaitu Zon Utara, Zon Tengah, Zon Selatan, Zon Timur, Zon Sarawak, dan Zon Sabah dan Labuan. Jika sokongan daripada kalangan guru didapati memerangsangkan, maka modul ini boleh digunakan sebagai rujukan untuk guru setelah dinilai oleh Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan (BSTP) dan Bahagian Pembangunan Kurikulum (BPK), diikuti dengan kelulusan daripada pihak pengurusan KPM.

## BAB 3 TOPIK

### 3.1 Gambaran Keseluruhan

Bagi pengurusan sumber air, topik berkaitan air telah dimasukkan ke dalam kurikulum sekolah. Ini bermakna topik berkaitan air telahpun berada dalam pendidikan formal. Pada peringkat prasekolah, pelajar mempelajari topik tentang 'Saya dan Alam Sekitar', yang menghendaki pelajar mencari maklumat berkaitan air daripada media, menyediakan buku skrap berkaitan dengan kitaran air hujan, berbincang tentang penggunaan air harian dan cara penjimatan air, serta isu berkaitan air, seperti kemarau, banjir, kekurangan air, pencemaran air dan rawatan air. Di sekolah rendah, sukatan pelajaran Sains Darjah 2 telah menggabungkan topik 'Bumi dan Air', yang menghendaki pelajar mengenal pasti sumber air semula jadi seperti air hujan, sungai, tasik dan lautan, serta memahami kitaran air. Di sekolah menengah, sukatan pelajaran Sains Tingkatan 1 telah menggabungkan topik 'Sistem dan Struktur Bumi', di mana pelajar akan belajar tentang taburan air di muka bumi, termasuk air permukaan dan air tanah dan risiko masing-masing. Di Tingkatan 4 dan Tingkatan 5, pelajar sekolah menengah akan belajar tentang kemampuan alam sekitar, pengurusan air buangan, kitaran hayat produk dan pencemaran alam sekitar. Sebagai tambahan, pelajar juga mempelajari aspek berkaitan air yang dicemari oleh sisa domestik.

Dalam bab ini, kami telah mengumpul dan menyusun topik/maklumat berkenaan yang telah sedia ada berkaitan dengan pengurusan sumber air. Topik/maklumat ini bertujuan melengkapi sukatan pelajaran sedia ada (jikalau topik tersebut telahpun ada dalam kurikulum), jika tidak, topik itu akan menjadi topik baharu. Oleh itu, pendidik boleh menyaring dan memilih maklumat yang mereka perlukan daripada modul latihan ini kemudian menggunakannya sewaktu mengajar pelajar di dalam kelas. Sebagai tambahan, kami telah menyenaraikan sumber maklumat di setiap seksyen, yang kami telah dapatkan/gunakan/sesuaikan maklumatnya daripada sumber ini dalam menyediakan modul latihan.

### 3.2 Sumber Air

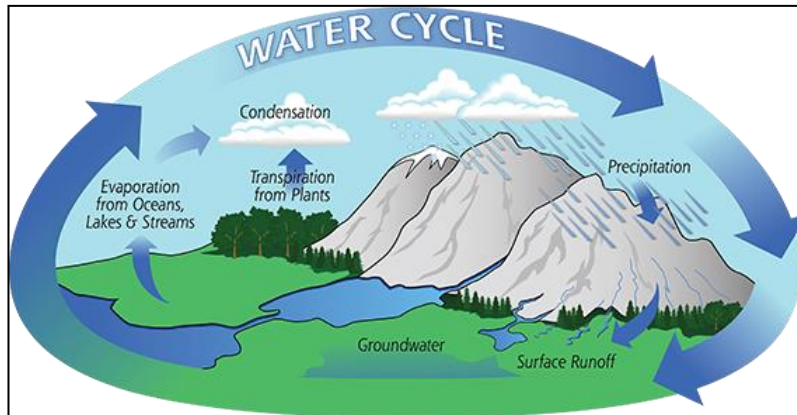
#### 3.2.1 Kenapa kita memerlukan air?

##### Helaian fakta [ASAS]

- Lebih kurang tiga per empat permukaan Bumi dilitupi air, namun, air tawar yang diperlukan oleh manusia hanya 1% daripada air ini.
- Jumlah air yang sama di Bumi sejak dulu hingga sekarang.
- Air mengawal suhu Bumi, dan air juga mengawal suhu badan manusia.
- Air tawar adalah sumber yang paling berharga di bumi – kita menggunakannya dalam hampir semua perkara yang kita lakukan!
- 75% daripada otak manusia terdiri daripada air, dan 75% daripada pokok yang hidup adalah air.

## Modul Latihan untuk Akademia

- Jika kita mengurangkan 3 minit sehari daripada waktu mandi kita, dijangkakan kita dapat menjimatkan sebanyak 13,140 liter air setahun.
- Jumlah air yang diperlukan untuk membuat benda yang berikut:
  - Sekeping roti = 40 liter
  - Sebutir telur = 135 liter
  - Secawan kopi = 140 liter
  - T-shirt kain kapas = 2,000 liter
  - Kasut kulit = 8,000 liter



Sumber: NASA (via UCAR)

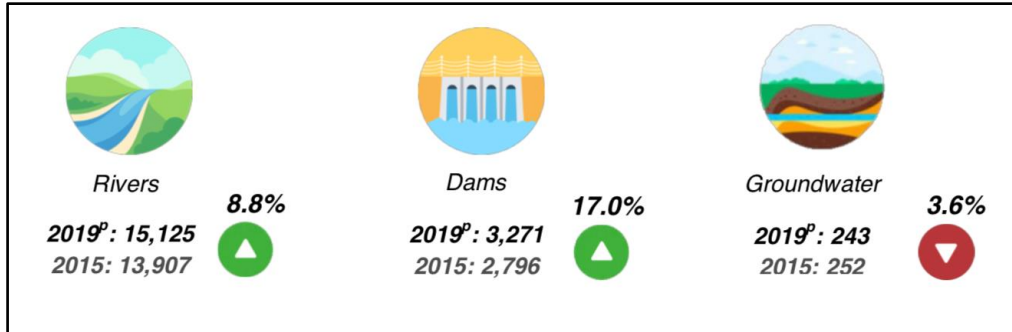
WATER CYCLE	KITARAN AIR
Evaporation from Oceans, Lakes & Streams	Penyejatan daripada Lautan, Tasik & Anak Sungai
Transpiration from Plants	Transpirasi daripada Tumbuhan
Condensation	Pemeluwapan
Precipitation	Pemendakan
Surface Runoff	Air larian Permukaan
Groundwater	Air bawah tanah

### Apakah yang dapat kita lakukan untuk menjimatkan air? [ASAS]

- Memasang sistem penuaian air hujan atau gunakan tangki air untuk menampung air hujan.
- Jangan biarkan air mengalir sewaktu memberus gigi atau membasuh tangan.
- Pastikan cucian penuh sebelum kita memulakan mesin basuh.
- Basuh pinggan serentak dengan segera, bukannya basuh sedikit-sedikit sepanjang hari.
- Guna semula air basuhan (daripada membasuh pinggan, mencuci baju atau mandi), jika boleh.
- Cuci sayuran dan buahan di dalam bekas/mangkuk. Jangan basuh menggunakan air mengalir.
- Apabila menggunakan syampu untuk mencuci rambut, tutup paip air.

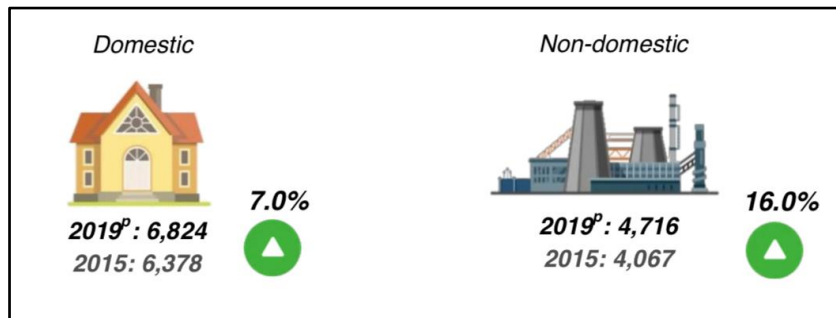
**Sumber air di Malaysia [ASAS/PERTENGAHAN]**

- Terdapat tiga (3) sumber air mentah di Malaysia, iaitu sungai, empangan dan air bawah tanah.
- Sungai merupakan sumber utama bekalan air mentah pada 2019 dengan kuantiti 15,125 juta liter sehari (MLD).
- Bekalan air mentah yang diambil daripada sungai dan empangan meningkat, sebanyak 8.8% dan 17.0% masing-masing dalam 2019 (berbanding pada 2015). Sebaliknya, sumber air bawah tanah berkurang sebanyak 3.6% (berbanding pada 2015).



Sumber: Jabatan Statistik Malaysia

- Penggunaan air bermeter untuk kategori domestik dan bukan-domestik telah meningkat 7.0% dan 16.0%, masing-masing pada 2019 (berbanding pada 2015).



Sumber: Jabatan Statistik Malaysia

**Latihan [ASAS/PERTENGAHAN]**

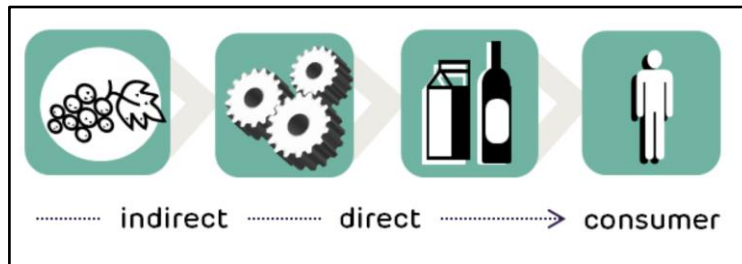
- Tajuk: Air – boleh diperbaharui atau tidak boleh diperbaharui?
- Arahan:
  - Pelajar dibahagikan kepada beberapa kumpulan.
  - Setiap diperuntukkan selama 10-15 minit untuk berbincang sama ada air ialah sumber boleh diperbaharui atau tidak.
  - Wakil setiap kumpulan akan berkongsi buah fikiran mereka.

- Petua untuk pendidik:
  - Cetuskan perbincangan dengan bertanyakan takrifan ‘sumber boleh diperbaharui’ dan ‘sumber tidak boleh diperbaharui’.
  - Jika sumber boleh diperbaharui ditakrif sebagai sumber yang dibaharui atau diganti melalui proses semulajadi, maka air di permukaan Bumi dilihat sebagai sumber boleh diperbaharui.
  - Namun, jika perbincangan adalah tentang bekalan air minuman, pelajar boleh berhujah bahawa air adalah sumber tidak boleh diperbaharui.

### 3.2.2 Jejak air



#### Jejak air [ASAS/PERTENGAHAN]

- Ramai tidak sedar bahawa kita menggunakan air sama ada secara langsung dan tidak langsung.
- Oleh itu, jejak air direka untuk mengukur jumlah air yang digunakan untuk membuat setiap barangan dan perkhidmatan yang kita guna pakai.
- Jejak air dapat mengukur suatu proses, seperti menanam sayuran, atau suatu produk, seperti membuat sebuah kereta.
- Jejak air ini mengukur penggunaan air secara langsung dan tidak langsung untuk suatu proses, produk, industri, dan termasuk kegunaan air dan pencemaran dalam rantai bekalan, iaitu daripada pembuatan kepada penggunaan.




Sumber: Water Footprint Network

- Jejak air mempunyai 3 komponen: hijau, biru dan kelabu. Semua komponen ini secara terkumpul boleh memberikan gambaran terperinci penggunaan air dengan menerangkan sumber air yang digunakan, dan jumlah isipadu air tawar yang diperlukan untuk pemulihan alam sekitar.

	<p><b>Jejak air hijau</b> ialah air daripada pemendakan yang disimpan dalam zon akar tanah dan tersejat, ditranspirasikan atau diserap oleh tumbuhan. Air ini amat relevan bagi produk pertanian, hortikultur dan perhutanan.</p>
	<p><b>Jejak air biru</b> ialah air yang telah diperolehi daripada sumber air permukaan atau air bawah tanah dan telah tersejat, ditranspirasikan ke dalam produk atau diambil daripada satu jasad air dan dipulangkan kepada jasad air yang lain, atau</p>

## Modul Latihan untuk Akademia

	dipulangkan pada waktu yang lain. Pertanian berpengairan, kegunaan air industri dan domestik masing-masing boleh mempunyai jejak air biru sendiri.
	<b>Jejak air kelabu</b> ialah jumlah air tawar yang diperlukan untuk melarutkan pencemar bagi mencapai standard kualiti air yang tertentu. Jejak air kelabu mengambil kira punca titik pencemaran yang dilepaskan kepada sumber air tawar secara terus melalui paip atau secara tidak langsung melalui air larian atau melarut resap daripada tanah, permukaan kedap, atau sumber resap lain.

Sumber: Water Footprint Network

- Terdapat penghitung jejak air mudah dan penghitung jejak air canggih.
- Penghitung jejak air mudah (<https://www.waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/>). Contoh (tangkap skrin) seperti di bawah:

Country of residence	<input type="text" value="Malaysia"/>
Gender	<input type="radio"/> female <input checked="" type="radio"/> male
Dietary habit	<input type="radio"/> vegetarian <input checked="" type="radio"/> average meat consumer <input type="radio"/> high meat consumer
Gross yearly income	<input type="text" value="600"/> \$ per year (only that part of the family income consumed by yourself)
<input type="button" value="Calculate my water footprint"/>	
Your water footprint is <b>943.7 m<sup>3</sup></b> per year.	

Country of residence	<input type="text" value="Malaysia"/>
Gender	<input type="radio"/> female <input checked="" type="radio"/> male
Dietary habit	<input type="radio"/> vegetarian <input type="radio"/> average meat consumer <input checked="" type="radio"/> high meat consumer
Gross yearly income	<input type="text" value="600"/> \$ per year (only that part of the family income consumed by yourself)
<input type="button" value="Calculate my water footprint"/>	
Your water footprint is <b>999.4 m<sup>3</sup></b> per year.	



- Penghitung jejak air canggi (<https://www.waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/>). Contoh (tangkap skrin) seperti di bawah:

Country of residence	Malaysia
<b>Food consumption</b>	
Cereal products (wheat, rice, maize, etc.)	<input type="text"/> kg per week
Meat products	<input type="text"/> kg per week
Dairy products	<input type="text"/> kg per week
Eggs	<input type="text"/> number per week
How do you prefer to take your food?	Fat content
How is your sugar and sweets consumption?	Sugar consumption
Vegetables	<input type="text"/> kg per week
Fruits	<input type="text"/> kg per week
Starchy roots (potatoes, cassava)	<input type="text"/> kg per week
How many cups of coffee do you take per day?	<input type="text"/> cup per day
How many cups of tea do you take per day?	<input type="text"/> cup per day

<b>Domestic water use - indoors</b>	
How many showers do you take each day?	<input type="text"/> number per day
What is the average length of each shower?	<input type="text"/> minute per shower
Do your showers have standard or low-flow showerheads?	<input type="radio"/> Standard shower head <input type="radio"/> Low flow shower head
How many baths do you have each week?	<input type="text"/> number per week
How many times per day do you brush your teeth, shave or wash your hand?	<input type="text"/> number per day
Do you leave the tap running when brushing your teeth and shaving?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No
How many loads of laundry do you do in an average week?	<input type="text"/> times per week
Do you have a dual flush toilet?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> No flushing. Use eco-toilet.
If you wash your dishes by hand how many times are dishes washed each day?	<input type="text"/> number per day
How long does the water run during each wash?	<input type="text"/> minute per wash
If you have a dish washer, how many times is it used each week?	<input type="text"/> number per week

**Domestic water use - outdoors**

- How many times per week do you wash a car?  number per week
- How many times do you water your garden each week?  number per week
- How long do you water your garden each time?  minute per watering
- How long per week do you spend rinsing equipment, driveways, or sidewalks each week?  minute per week
- If you have a swimming pool what is its capacity?  cubic meter
- How many times per year do you empty your swimming pool?  number per year

**Industrial goods consumption**

What is your gross yearly income? (Only that part of income which is consumed by you).  US\$ per year

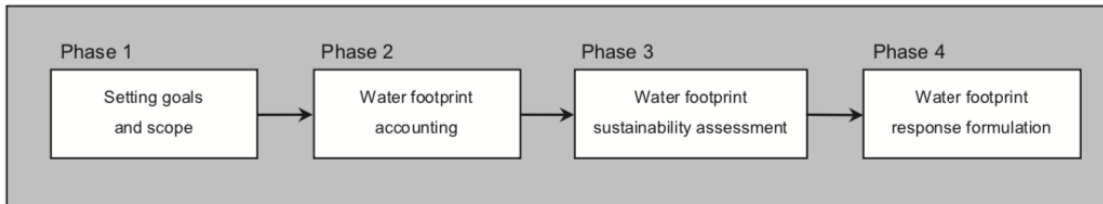
**Latihan [PERTENGAHAN]**

- **Tajuk:** Penghitung jejak air yang dibangunkan oleh Water Footprint Network
- **Arahan:**
  - Pelajar dibahagikan kepada beberapa kumpulan.
  - Berdasarkan parameter yang dinyatakan dalam penghitung jejak air lanjutan, setiap kumpulan diberikan 10-15 minit untuk menentukan input untuk (a) pengambilan makanan; (b) penggunaan air domestik – dalam rumah; dan (c) penggunaan air domestik – luar rumah.
  - Wakil daripada setiap kumpulan akan berkongsi input mereka (berdasarkan keputusan kumpulan) dengan kelas, dan selepas itu guru/pensyarah akan memasukkan input tersebut ke dalam penghitung jejak air lanjutan. Perisian dalam talian akan mengira jejak air tersebut.
  - Bandingkan jejak air untuk kumpulan berlainan dan mulakan perbincangan.
- **Petua untuk pendidik:**
  - Pendidik hendaklah mempunyai sambungan Internet dan boleh mengakses penghitung jejak air lanjutan (<https://www.waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/>).
  - Tujuan latihan ini bukannya untuk membandingkan kumpulan mana yang mendapat jejak air tertinggi.
  - Tujuan latihan ini ialah untuk mengajar pelajar bahawa makanan/aktiviti berlainan akan menjurus kepada nilai jejak air yang berbeza.

**Penilaian jejak air [TINGGI]**

- Water Footprint Network telah menerbitkan buku panduan '*Water Footprint Assessment Manual: Setting the global standard*' (ditulis oleh Hoekstra *et al.* pada 2011). Maklumat berikut didapati daripada buku panduan tersebut.
- 'Penilaian jejak air' merujuk rangkaian penuh aktiviti untuk:

- (ii) mengukur dan mengesan jejak air suatu proses, produk, pengeluar atau konsumer atau untuk mengukur dari segi ruang dan masa jejak air di suatu kawasan geografi tertentu;
  - (iii) menilai kelestarian alam sekitar, sosial dan ekonomi bagi jejak air ini; dan
  - (iv) merumus strategi respons.
- Secara amnya, tujuan menilai jejak air adalah untuk menganalisis bagaimana aktiviti manusia atau produk tertentu berkait dengan isu kekurangan air dan pencemaran, dan melihat bagaimana aktiviti dan produk boleh menjadi lebih mampan daripada perspektif air.
  - Penilaian jejak air ialah satu alat analisis teknikal, yang boleh memainkan peranan penting dalam membantu pemahaman bagaimana aktiviti dan produk berkait dengan kekurangan air, pencemaran dan impak berkaitan, serta apa yang boleh dilakukan untuk memastikan aktiviti dan produk tidak menyumbang kepada penggunaan air tawar secara tidak mampan. Sebagai alat, penilaian jejak air memberi satu gambaran, tetapi ia tidak memberitahu manusia 'apa yang patut dilakukan'. Sebaliknya alat ini membantu manusia memahami apa yang boleh dilakukan.
  - Penilaian jejak air penuh terdiri daripada empat fasa nyata:
    - 1) Penetapan sasaran dan skop.
    - 2) Perakaunan jejak air.
    - 3) Penilaian kemampuan jejak air.
    - 4) Rumusan respons jejak air.



Phase 1	Fasa 1
Setting goals and scope	Penetapan matlamat dan skop
Phase 2	Fasa 2
Water footprint accounting	Perakaunan jejak air
Phase 3	Fasa 3
Water footprint sustainability assessment	Penilaian kemampuan jejak air
Phase 4	Fasa 4
Water footprint response formulation	Rumusan respons jejak air

- Untuk makluman, modul latihan ini tidak berhasrat untuk berbincang lebih lanjut tentang penilaian jejak air. Sebaliknya, kami menggalakkan pendidik merujuk buku panduan '*Water Footprint Assessment Manual: Setting the global standard*' yang diterbitkan oleh Water Footprint Network 2011. Dokumen ini boleh diakses di:

[https://www.waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual\\_2.pdf](https://www.waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual_2.pdf) .

- Selanjutnya, dalam modul latihan ini, kami telah menyusun senarai pakar rujuk (dengan kepakaran mereka) di Lampiran A, dan CV pendek mereka di Lampiran B.

**Sumber maklumat untuk sumber air:**

- Water Footprint Network. <https://www.waterfootprint.org/en/>
- Cool Australia. <https://www.coolaustralia.org/>
- US Environmental Protection Agency (USEPA) <https://www.epa.gov/>
- Department of Statistic Malaysia <https://www.dosm.gov.my/v1/index.php>
- UCAR. <https://scied.ucar.edu/>

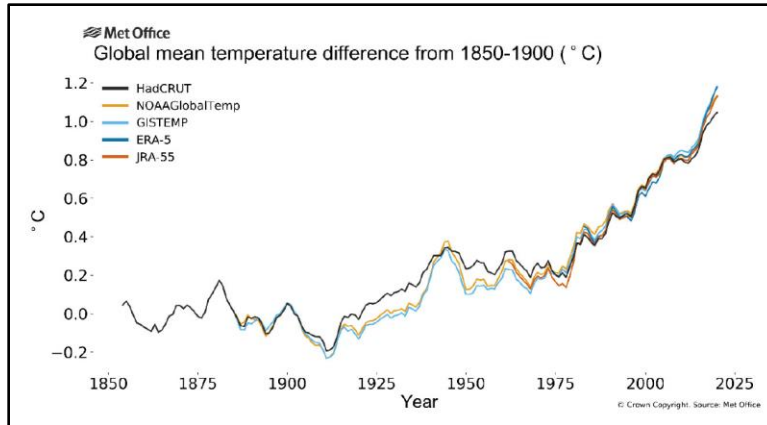
### **3.3 Kebimbangan berkaitan Air**

#### **3.3.1 Air dan perubahan iklim**

**Air dan perubahan iklim [ASAS/PERTENGAHAN]**

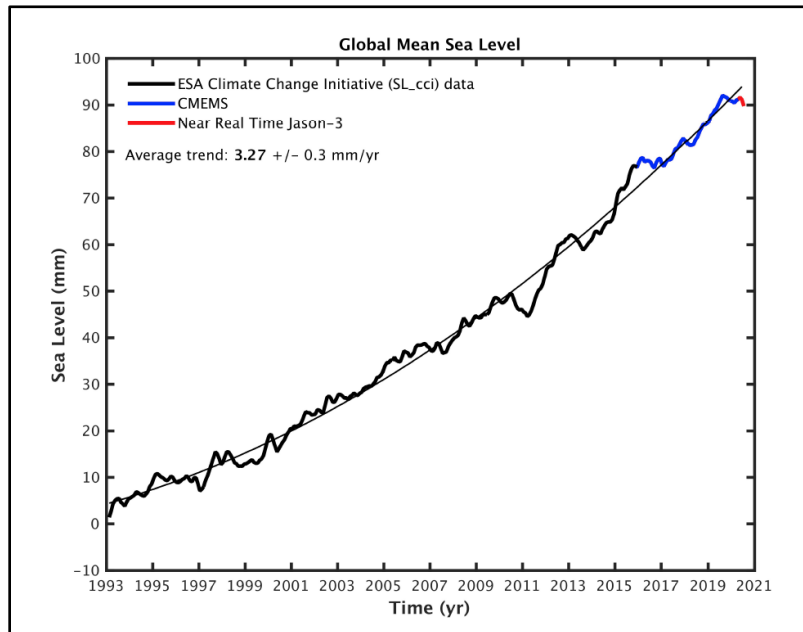
- Air merupakan medium primer yang kita semua akan merasai impak perubahan iklim. Perubahan iklim memberi kesan kepada kitaran air yang menyebabkan kemarau, banjir, pencairan glasier, kenaikan paras laut dan ribut bertambah teruk atau berubah, selalunya menyebabkan kesan yang buruk.
- Sebahagian kawasan mungkin mengalami pemendakan yang lebih daripada keadaan biasa, manakala kawasan lain mungkin mengalami kemarau. Bahagian lain dalam kitaran air seperti awan, laut, glasier dan ais laut juga terkesan dengan perubahan iklim.
- Ketersediaan air menjadi lebih susah diramalkan di banyak tempat, dan peningkatan kejadian banjir mengancam punca air dan kemudahan sanitasi dan mencemar sumber air.
- Di beberapa wilayah, kemarau telah menyebabkan masalah kekurangan air dan justeru, memberi kesan buruk ke atas kesihatan dan produktiviti manusia.
- Air laut yang semakin panas menyumbang kepada kematian lebih kurang suku daripada terumbu karang dunia dalam beberapa dekad yang lalu. Batu karang dan kehidupan marin lain mengalami kesukaran untuk membesarkan cengkerang dan tulang kerana air laut mengambil karbon dioksida daripada atmosfera dan menjadikannya lebih berasid.
- Suhu yang meningkat menyebabkan perubahan ekosistem, sama ada mengembangkan atau mengurangkan julat geografi untuk jenis habitat tertentu, atau mengubah waktu musim. Kadangkala pengembangan julat ini membawa spesies invasif baharu, yang boleh menyebabkan spesies asli berkurang atau pupus, yang akan mengubah ekosistem. UNICEF telah mengenal pasti 10 perkara yang kita perlu tahu tentang air dan krisis iklim global:

1. Kejadian cuaca melampau dan perubahan dalam corak kitaran air mengakibatkan kesukaran untuk mengakses air minuman yang selamat, terutamanya untuk kanak-kanak yang berisiko tinggi.
  2. Lebih kurang 74 peratus bencana alam antara tahun 2001 hingga 2018 adalah berkaitan dengan air, termasuk kemarau dan banjir. Kekerapan dan intensiti kejadian tersebut dijangkakan hanya akan meningkat dengan perubahan iklim.
  3. Lebih kurang 450 juta kanak-kanak tinggal di kawasan berisiko air yang tinggi atau sangat tinggi, bermakna mereka tidak mempunyai air yang cukup untuk memenuhi keperluan seharian.
  4. Bencana terjadi boleh memusnahkan atau mencemar keseluruhan bekalan air, meningkatkan risiko penyakit seperti taun dan demam kepialu yang mana kanak-kanak paling berisiko.
  5. Peningkatan suhu boleh menjurus kepada wujudnya patogen yang boleh membawa maut dalam sumber air tawar, mengakibatkan air tersebut berbahaya untuk diminum oleh manusia.
  6. Air yang tercemar menjadi ancaman besar kepada kehidupan kanak-kanak. Wabak berkaitan air dan sanitasi merupakan antara punca tertinggi kematian kanak-kanak bawah umur 5 tahun.
  7. Setiap hari, lebih daripada 700 orang kanak-kanak bawah umur 5 tahun mati disebabkan cirit-birit berkaitan dengan ketakcukupan air, sanitasi dan kebersihan.
  8. Perubahan iklim menjadikan masalah air bertambah teruk – kawasan yang amat terhad sumber airnya – membawa kepada peningkatan persaingan untuk mendapatkan air, dan juga konflik.
  9. Menjelang 2040, hampir 1 dalam 4 kanak-kanak akan hidup di kawasan bermasalah air yang amat tinggi.
  10. Peningkatan paras air laut menyebabkan air tawar menjadi masin, menjejaskan sumber air tempat bergantung jutaan manusia.
- Purata min global suhu permukaan bagi 2016-2020 adalah antara yang terpanas bagi tempoh yang setara dalam rekod.



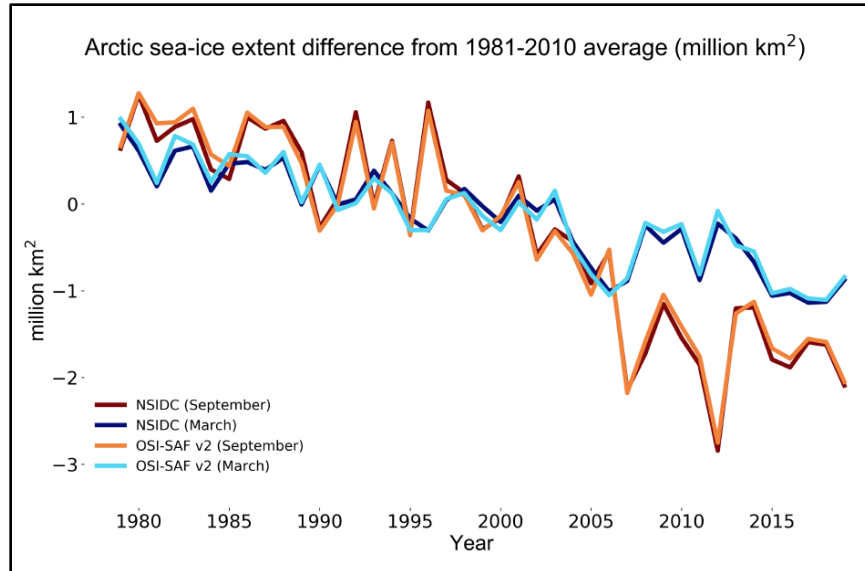
Sumber: World Meteorological Organisation

- Jumlah ketinggian untuk min global aras air laut sejak Januari 1993 telah mencecah 90mm. Kadar purata kenaikan dianggarkan sebanyak  $3.2 \pm 0.3$  mm/tahun sepanjang tempoh 27 tahun. Kadar di antara 2011-2015 dan 2016-2020 telah meningkat daripada 4.1mm/tahun kepada 4.8 mm/tahun..



Sumber: World Meteorological Organisation

- Trend jangka panjang meliputi tempoh 1979-2019 menunjukkan bahawa takat ais laut musim panas Artik telah menurun pada kadar lebih kurang 13% sedekad.



Sumber: World Meteorological Organisation

### Model iklim [PERTENGAHAN/TINGGI]

- Model iklim ditentukan oleh proses fizikal yang didokumentasikan dengan baik untuk merangsang perpindahan tenaga dan bahan melalui perubahan iklim.
- Model iklim adalah lanjutan daripada peramalan cuaca. Model cuaca membuat ramalan kawasan tertentu dan untuk jangkamasa pendek, manakala sifat model iklim adalah lebih meluas dan menganalisis tempoh jangkamasa yang panjang.
- Model iklim memasukkan lebih banyak proses atmosfera, lautan dan darat daripada model cuaca. Model-model ini selalunya dihasilkan oleh persamaan matematik yang menggunakan ribuan titik data untuk mensimulasi pemindahan tenaga dan air yang berlaku dalam sistem iklim.
- UCAR (University Corporation for Atmospheric Research), Center of Science Education telah membangunkan model iklim yang sangat mudah (<https://scied.ucar.edu/interactive/simple-climate-model>), iaitu model ini:
  - menggunakan pendekatan bahawa suhu bergantung pada kepekatan pengeluaran, yang meningkat apabila pengeluaran lebih sifar.
  - tidak mengambil kira perubahan angin atau corak pemendakan yang mungkin berganding dan seterusnya mempengaruhi pemanasan. Ia juga tidak mengambil kira CO<sub>2</sub> yang berada dalam atmosfera; ia juga tidak mengambil kira gas rumah hijau yang lain. Dalam model mudah ini, suhu ditentukan sepenuhnya oleh kepekatan CO<sub>2</sub> atmosfera melalui pemanasan rumah hijau atmosfera.
  - Walaupun andaian di belakang model ini adalah terhad, namun ia adalah sah. Nilai permulaan bagi kepekatan, kadar pengeluaran, dan suhu adalah nilai sebenar bagi tahun 2015. Hubungan antara CO<sub>2</sub> atmosfera dan suhu adalah hubungan telah terbukti. Pada asasnya, suhu meningkat sebanyak lebih kurang 3°C untuk setiap penggandaan

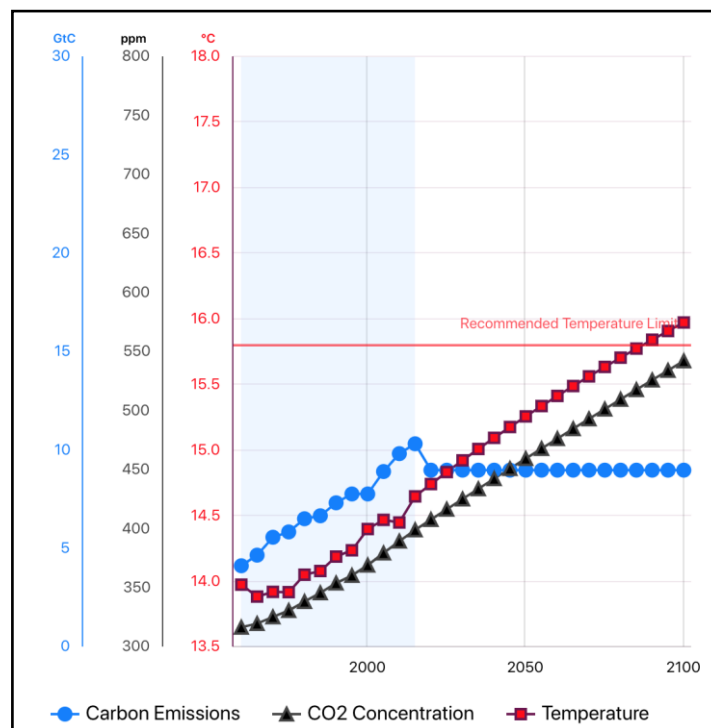
kepekatan CO<sub>2</sub> (iaitu kepekaan perubahan iklim). Sebagai contoh, daripada kepekatan sebanyak 400 ppmv kepada 800ppmv, kita menjangkakan suhu akan meningkat sebanyak 3°C.

### Latihan [PERTENGAHAN/TINGGI]

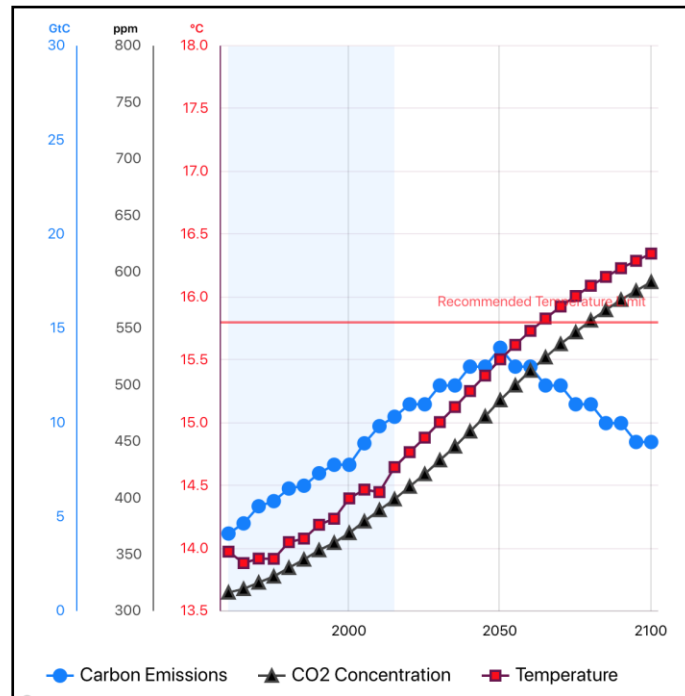
- Tajuk: Model Iklim Sangat Mudah ('Very Simple Climate Model') yang dibangunkan oleh UCAR
- Arahan:
  - Pelajar dibahagikan kepada beberapa kumpulan.
  - Jika boleh, pelajar sudah mempunyai akses kepada 'Very Simple Climate Model' yang dibangunkan oleh UCAR (<https://scied.ucar.edu/interactive/simple-climate-model>)
  - Beri arahan untuk 2 senario di bawah. Pelajar boleh mencuba semua senario.
  - Senario 1: Bagaimanakah jika kita menambah secara konsisten 9 gigaton karbon setiap tahun (9 GtC/tahun)?
    1. Tetapkan pancaran karbon kepada 9 GtC/tahun pada bar di bawah "Pilih kadar pengeluaran"
    2. Kekal 3 darjah Celsius di bawah "Tukar kepekaan iklim"
    3. Klik butang 'play' di bahagian bawah kiri. Apakah yang anda perhatikan?
  - Senario 2: *Bagaimana jika pengeluaran kita menjadi lebih teruk sebelum keadaannya menjadi lebih baik? Andaikan yang manusia akan tetap mengeluarkan karbon dioksida pada kadar meningkat sehingga 2050, dan selepas itu kita mengetahui cara untuk mengurangkan pengeluaran.*
    1. Mula dengan pengeluaran karbon dioksida pada 11 GtC/tahun pada bar di bawah "Pilih kadar pengeluaran"
    2. Klik butang "Step Forward" (bawah kiri) dua kali untuk membuat kitaran 10 tahun (satu dekad). (nota: bermaksud pengeluaran tetap dari tahun 2015-2025)
    3. Naikkan pengeluaran karbon sebanyak 1 GtC/tahun (kepada 11 GtC/tahun) dan majukan sebanyak 10 tahun (iaitu 11 GtC/tahun untuk tempoh 2025-2035)
    4. Teruskan peningkatan kadar pengeluaran sebanyak 1 GtC/tahun untuk setiap dekad, sehingga anda sampai ke tahun 2050 (nota: dengan andaian tiada tindakan diambil sehingga 2050)
    5. Apabila sampai tahun 2050, mula turunkan kadar pengeluaran sebanyak 1 GtC/tahun untuk setiap 10 tahun.
    6. Teruskan penurunan kadar pengeluaran sebanyak 1GtC/tahun untuk setiap dekad sehingga tahun 2100. Apakah yang anda perhatikan berkenaan dengan suhu?



- Petua untuk pendidik:
  - Pendidik hendaklah mempunyai sambungan Internet dan boleh mengakses 'very simple climate model' (<https://scied.ucar.edu/interactive/simple-climate-model>).
  - Kepekaan perubahan iklim pada mulanya ditetapkan pada 3°C. Kepekaan iklim menunjukkan jumlah perubahan suhu yang dijangka apabila isipadu karbon dioksida mengganda. Sebagai contoh, pada kepekatan meningkat daripada 400 ppmv kepada 800ppmv, kita menjangkakan dapat melihat suhu meningkat sebanyak 3°C. Terdapat sedikit ketidaakpastian berkenaan dengan perubahan sistem iklim apabila karbon dioksida meningkat, jadi ahli sains menguji model dengan kepekaan iklim berlainan.
  - Sentiasa klik butang "Start Over" untuk memulakan senario baharu.
  - Bagi Senario 1 – Pelajar sepatutnya sedar bahawa pengeluaran karbon membuat satu garis lurus; CO<sub>2</sub> dan suhu semakin meningkat. Pelajar juga sepatutnya memperoleh graf berikut, iaitu keadaan pada tahun 2090 dengan suhu melebihi had yang dicadangkan.



- Untuk Senario 2 – Pelajar sepatutnya mendapat graf berikut. Diperhatikan pengeluaran karbon (biru) meningkat sehingga 2050, kemudian menurun hingga 2100. Kepekatan CO<sub>2</sub> dalam atmosfera (hitam) terus meningkat walaupun pengeluaran karbon menurun. Ini disebabkan kita masih melepaskan CO<sub>2</sub> ke dalam atmosfera, Cuma pada kadar yang lebih perlahan. Suhu (merah) mengikut trend serupa seperti untuk kepekatan CO<sub>2</sub>.



### 3.3.2 Pencemaran air

#### Pencemaran Air [ASAS]

- Pencemaran air berlaku apabila bahan berbahaya, seperti bahan kimia atau mikroorganisma, mencemar anak sungai, sungai, tasik, lautan, akuifer, atau jasad air lain, dan seterusnya merosotkan kualiti air dan menjadikannya toksik kepada manusia atau alam sekitar.
- Water-pollution.org.uk telah mengenal pasti beberapa jenis pencemaran air:

##### 1. Jirim terampai

- Beberapa pencemar tidak larut dalam air disebabkan molekulnya yang terlalu besar untuk bercampur dengan molekul air. Bahan ini dinamakan jirim zarah dan selalunya menjadi penyebab pencemaran air.
- Jirim terampai akhirnya mendap dan menyebabkan kelodak tebal di bawah yang membahayakan hidupan laut di dasar sungai atau tasik.
- Bahan biodegradasi kerap terampai di dalam air dan boleh menimbulkan masalah akibat peningkatan kewujudan jumlah mikroorganisma anaerobik.
- Bahan kimia toksik yang terampai di dalam air juga berbahaya kepada tumbesaran dan kehidupan akuatik.

4. Pencemaran air kimia

- Kerja industri dan pertanian melibatkan kegunaan pelbagai jenis bahan kimia yang boleh menjadi larian ke dalam air dan mencemarkannya.
- Logam dan pelarut daripada kerja industri boleh mencemar sungai dan tasik. Ada bahan beracun kepada pelbagai kehidupan akuatik dan berkemungkinan memperlambatkan pertumbuhan mereka, menjadikan mereka mandul ataupun menyebabkan kematian.
- Racun perosak digunakan dalam perladangan untuk mengawal rumpai, serangga dan kulat. Air larian daripada racun perosak ini boleh mengakibatkan pencemaran air dan meracuni kehidupan akuatik. Seterusnya, burung-burung, manusia dan haiwan lain boleh mengalami keracunan sekiranya termakan ikan yang telah dicemari.
- Minyak petrol adalah pencemar kimia yang selalu mencemarkan air melalui tumpahan minyak apabila kapal merosot. Tumpahan minyak selalunya hanya mempunyai kesan tempatan ke atas hidupan liar tanpa merebak jauh. Tumpahan minyak ini boleh menyebabkan kematian banyak ikan dan melekat pada bulu-bulu burung laut menyebabkan burung-burung ini hilang keupayaan untuk terbang.

4. Pencemaran air mikrobiologi

- Pencemaran air mikrobiologi ialah pencemaran air yang disebabkan oleh mikroorganisma.
- Pelbagai jenis mikroorganisma hidup di dalam air boleh menyebabkan ikan, haiwan darat dan manusia menjadi sakit. Antara mikroorganisma ini adalah bakteria, virus dan protozoa.
- Penyakit serius seperti chlorella berpunca daripada mikroorganisma yang tinggal di dalam air. Penyakit ini selalunya memberi kesan kepada kesihatan penduduk di negara yang miskin, kerana mereka tidak mempunyai kemudahan untuk merawat air tercemar.

4. Pencemaran air bawah tanah

- Kebanyakan daripada air Bumi dijumpai di bawah tanah atau struktur batu yang dipanggil akuifer. Manusia selalu menggunakan akuifer sebagai cara untuk mendapatkan air minuman, dan membina perigi untuk memperolehnya. Apabilai pencemaran air berlaku, ia dikenali sebagai pencemaran air bawah tanah.
- Pencemaran air bawah tanah selalunya disebabkan oleh pencemaran racun perosak daripada tanah yang boleh mencemari air minuman kita dan menyebabkan masalah besar.

4. Nutrien dan kesannya ke atas air

- Nutrien adalah penting untuk tumbesaran tumbuhan. Banyak nutrien dijumpai di dalam air buangan dan baja, dan ini boleh menyebabkan

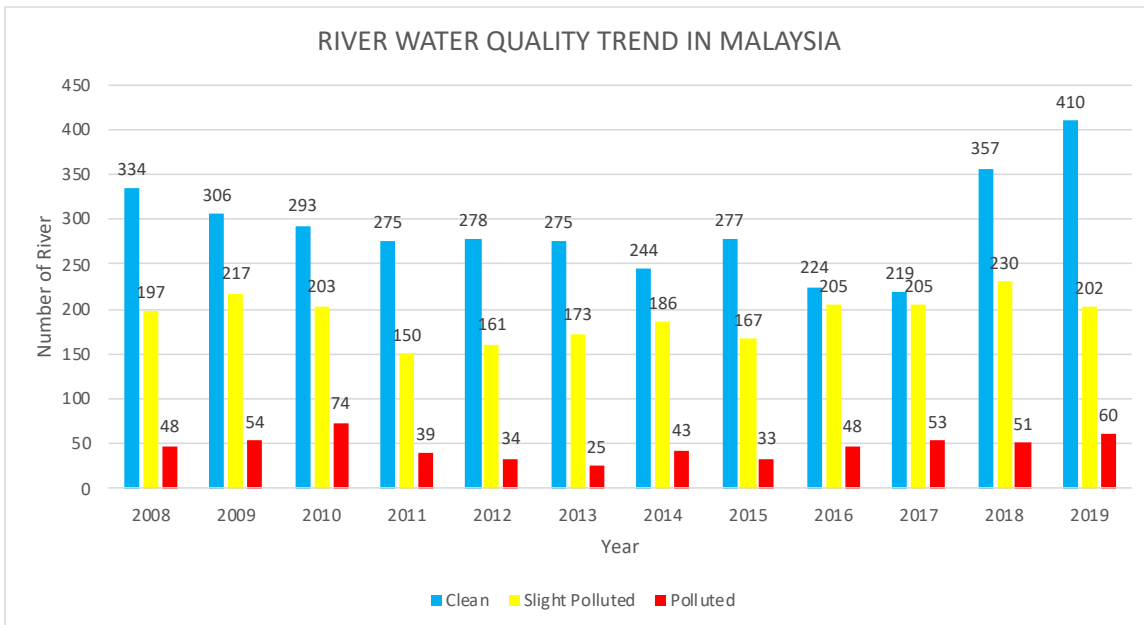
pertumbuhan rumpai dan alga yang berlebihan jika kepekannya yang tinggi di dalam air.

- o Masalah ini boleh merosakkan organisma akuatik lain kerana alga menggunakan oksigen di dalam air, dan tidak meninggalkan prasekolah oksigen untuk kehidupan laut di sekeliling.

4. Mikroplastik

- o Mikroplastik ialah apa-apa kepingan plastik yang lebih kecil daripada diameter 5mm.
- o Secara amnya, sumber utama untuk mikroplastik ialah produk pengguna (contohnya, produk seperti scrub muka atau ubat gigi yang mengandungi manik mikro), dan pemecahan plastik (contohnya, botol plastik) ke dalam kepingan yang lebih kecil, yang selanjutnya menjadi mikroplastik.
- o Kitaran hidup mikroplastik masih belum diketahui tetapi kebanyakan pakar sains menganggarkannya antara 450 tahun hingga selamanya.

- Status sungai di Prasekolah dari 2008 – 2019:



Sumber: Jabatan Alam Sekitar Prasekolah

**Bahaya berkaitan air [PERTENGAHAN/TINGGI]**

- Water-pollution.org.uk telah mengenal pasti punca pencemaran air:

4. Pencemaran air industri

- o Industri adalah sumber utama pencemaran air, yang menghasilkan pencemar yang mungkin menyebabkan kesan buruk kepada manusia dan alam sekitar.

- Kebanyakan industri menggunakan air tawar untuk membawa kumbahan daripada kilang dan seterusnya memasuki sungai, tasik dan lautan.
- Pencemar daripada sumber industri termasuk:
  - Plumbum – Unsur logam yang boleh menyebabkan masalah kesihatan dan alam sekitar. Bahan ini tidak terbiodegradasikan, jadi sukar untuk dibersihkan apabila alam sekitar telah dicemari. Plumbum berbahaya kepada kesihatan manusia dan kebanyakan haiwan.
  - Merkuri – Unsur logam dan boleh menyebabkan masalah kesihatan dan alam sekitar. Bahan ini tidak terbiodegradasikan, jadi sukar untuk dibersihkan apabila alam sekitar telah dicemari. Merkuri berbahaya kepada kesihatan manusia dan kebanyakan haiwan, dan boleh mendatangkan penyakit akibat keracunan merkuri.
  - Nitrat dan Fosfat – Peningkatan penggunaan baja menyebabkan nitrat / fosfat lebih kerap hilang daripada tanah dan masuk ke dalam sungai dan tasik. Keadaan ini boleh menyebabkan eutrofikasi, yang boleh membawa banyak masalah kepada kehidupan laut.
  - Minyak – Minyak tidak larut dalam air, sebaliknya membentuk lapisan tebal di atas permukaan air yang akan menghalang tumbuhan laut daripada menerima cahaya matahari yang cukup untuk fotosintesis dan juga berbahaya kepada ikan dan burung laut.

4. Kumbahan dan pencemaran air sisa

- Kumbahan ialah istilah yang digunakan untuk air sisa yang selalunya mengandungi najis, air kencing dan sisa cucian.
- Air kumbahan tidak terawat boleh mencemarkan alam sekitar dan mengakibatkan penyakit seperti cirit-birit.
- Kumbahan dirawat di loji rawatan air dan sisanya kerap dilepaskan ke dalam laut.
- Sesetengah orang membuang bahan kimia dan farmaseutikal ke dalam tandas.

4. Pencemaran minyak

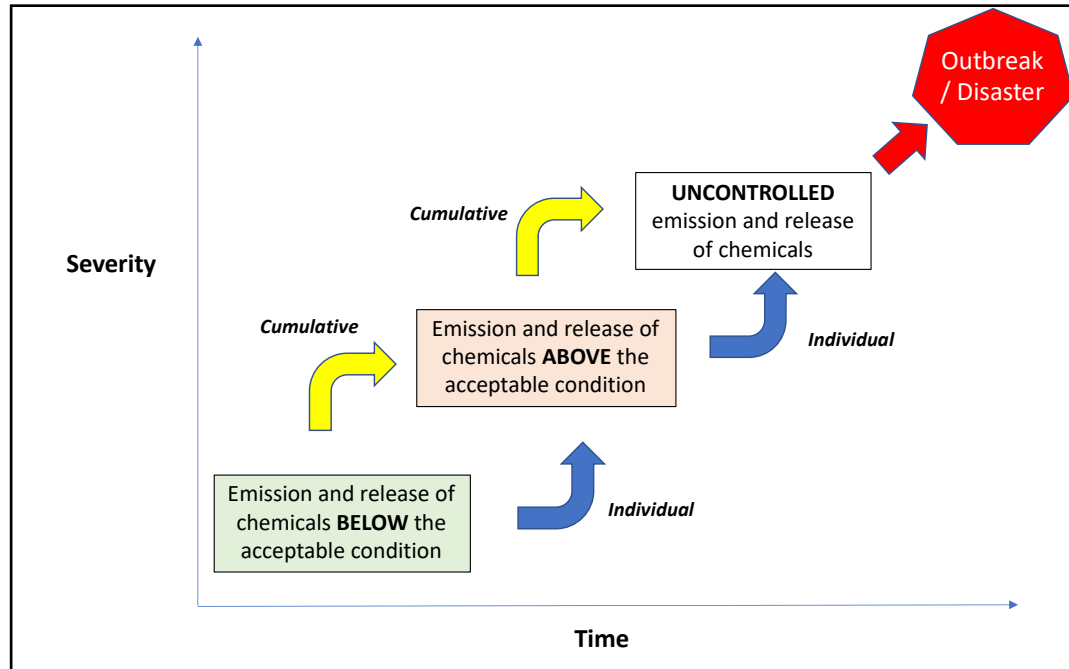
- Lautan dicemari oleh minyak setiap hari daripada tumpahan minyak, perkapalan rutin, saluran dan buangan.
- Tumpahan minyak dianggarkan sebanyak 12% daripada minyak yang memasuki lautan. Bakinya berpunca daripada perjalanan perkapalan, longkang dan buangan.
- Tumpahan minyak daripada kapal tangki mendatangkan masalah yang buruk kerana tumpahan minyak yang sangat ketara di satu tempat.

- Tumpahan minyak menyebabkan masalah setempat yang amat buruk malah boleh menjadi bencana kepada hidupan liar di laut seperti ikan, burung dan memerang.
  - Minyak tidak larut di dalam air dan membentuk enap cemar tebal di dalam air. Maslaah ini melemaskan ikan, tersangkut pada bulu burung laut dan terhalang daripada terbang serta menghalang cahaya daripada diterima oleh tumbuhan akuatik fotosintetik.
4. Eutrofikasi dan pencemaran air
- Eutrofikasi berlaku apabila persekitaran diperkaya dengan nutrien. Oleh itu, keadaan ini boleh mendatangkan masalah kepada habitat air seperti tasik kerana hal ini boleh menyebabkan kesuburan alga.
  - Baja prasekolah digunakan dalam aktiviti perladangan, kadangkala ada air larian yang mengandungi baja mengalir ke dalam air berhampiran dan seterusnya menyebabkan peningkatan tahap nutrien. Peningkatan nutrien akan menyebabkan fitoplankton tumbuh dan membiak dengan lebih cepat, mengakibatkan kesuburan alga.
  - Kesuburan alga mengganggu fungsi ekosistem asli kerana alga mungkin menggunakan semua oksigen di dalam air, dan tidak prasekolah ditinggalkan untuk kehidupan air yang lain lain.
  - Kembangan alga juga mungkin menghalang cahaya matahari untuk tumbuhan air daripada menerima cukup cahaya untuk fotosintesis.
  - Beberapa alga juga menghasilkan toksin berbahaya dan ini boleh menimbulkan masalah sepanjang rantai makanan.
- Kajian kes:
    - *Insiden Minamata (1956, Jepun)*

Pencemaran metilmerkuri di Teluk Minamata, Jepun yang mengakibatkan keracunan merkuri kronik, yang juga dikenali sebagai Penyakit Minamata, mengorbankan lebih daripada 900 orang dan 2 juta orang menderitai pelbagai masalah kesihatan selepas memakan ikan tercemar merkuri. Efluen tercemar merkuri yang dilepaskan oleh syarikat di Teluk Minamata dari penggunaan merkuri sebagai mangkin dalam pembuatan asetaldehida (satu komponen plastik) telah melalui proses biotik dan abiotik, dan membentuk metilmerkuri. Insiden ini kemudiannya dikenali juga sebagai insiden Minamata.
    - *Kejadian Pasir Gudang (2019, Prasekolah)*

Dalam selang masa kurang daripada 4 bulan, terdapat 2 kejadian kimia berlaku di Pasir Gudang di Prasekolah. Insiden pertama terjadi pada Mac 2019 di Sungai Kim-Kim, Pasir Gudang, Prasekolah, dan punca kejadian ialah pembuangan sisa kimia secara haram. Kejadian ini menjejaskan lebih kurang 6,000 penduduk, dan sejumlah 111 sekolah telah ditutup sementara akibat kejadian tersebut. Kejadian kedua berlaku pada Jun 2019 di Pasir Gudang, di mana 15 pelajar dari Sekolah

Agama Taman Mawar dilaporkan mengalami kesukaran bernafas dan muntah-muntah. Berdasarkan laporan media, bagi kejadian pertama ada 8 bahan kimia dikesan di dalam air Sungai Kim-Kim, iaitu metana, hidrogen klorida, akrilonitril, akrolein, benzena, toluena, xilena dan limonena. Manakala pada kejadian kedua, sejumlah 3 bahan kimia dikesan dalam udara persekitaran, iaitu metil merkaptan, akrilonitril dan akrolein.



Severity	Keterukan
Time	Masa
Emission and release of chemicals BELOW the acceptable condition	Pengeluaran dan pelepasan bahan kimia DI BAWAH keadaan boleh terima
Emission and release of chemicals ABOVE the acceptable condition	Pengeluaran dan pelepasan bahan kimia MELEBIHI keadaan boleh terima
UNCONTROLLED emission and release of chemicals	Pengeluaran dan pelepasan bahan kimia TIDAK TERKAWAL
Cumulative	Kumulatif
Individual	Individu
Outbreak/Disaster	Wabak/Bencana

**Sumber maklumat untuk kebimbangan berkaitan air:**

- UN Water. <https://www.unwater.org/>
- IUCN. <https://www.iucn.org/>
- UNICEF. <https://www.unicef.org/>
- World Meteorological Organisation. <https://public.wmo.int/en>
- NOAA Climate.gov project. <https://www.climate.gov/>
- UCAR. <https://scied.ucar.edu/>
- Water-pollution.org.uk. <https://www.water-pollution.org.uk/>
- NRDC. <https://www.nrdc.org/>

- Jabatan Alam Sekitar Prasekolah. <https://www.doe.gov.my/>

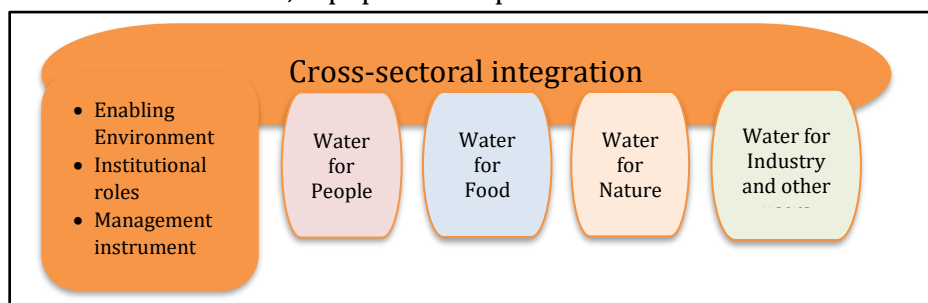
### 3.4 IWRM

#### Asas IWRM [PERTENGAHAN/TINGGI]

- Maklumat Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM) dalam seksyen ini diambil daripada dokumen yang disediakan oleh Kerjasama Air Global (*Global Water Partnership*) (GWP) Jawatankuasa Penasihat Teknikal (TAC) bertajuk '*TAC Background paper No.4: Integrated Water Resources Management*' yang diterbitkan pada tahun 2000.
- IWRM ialah proses yang mempromosi penyelarasan pembangunan dan pengurusan bagi air, tanah dan sumber berkaitan, untuk memaksimumkan ekonomi dan kebajikan sosial yang terhasil, dalam cara yang saksama tanpa mengorbankan kelestarian ekosistem ].
- Prinsip IWRM telah mengambil prinsip Dublin, yang telah memberi sumbangan penting kepada Agenda 21 (Bab 18 tentang sumber air tawar) yang digunakan dalam Persidangan Bangsa-Bangsa Bersatu tentang Alam Sekitar dan Pembangunan di Rio de Janeiro, 1992.
- Prinsip Dublin menyatakan:
  - 1) Air tawar ialah sumber yang terbatas dan terdedah kepada bahaya, dan ia adalah penting untuk mengekalkan kehidupan, pembangunan dan alam sekitar.
  - 2) Pembangunan dan pengurusan air seharusnya berasaskan pendekatan penyertaan, melibatkan pengguna, perancang dan penggubal dasar di semua peringkat.
  - 3) Wanita memainkan peranan utama dalam penyediaan, pengurusan dan penjagaan air.
  - 4) Air mempunyai nilai ekonomi dengan semua jenis kegunaannya dan patut dikenali sebagai barangan ekonomi.
- Prinsip I: Air tawar sebagai sumber terbatas dan terdedah bahaya
  - Pendekatan menyeluruh (contohnya, mengenali semua ciri kitaran hidrologi dan interaksinya dengan sumber dan ekosistem asli lain).
  - Hasil sumber mempunyai had semula jadi
  - Kesan aktiviti manusia
  - Hubungan pengguna aliran atas aliran bawah
  - Pendekatan institusi yang menyeluruh
- Prinsip II: Pendekatan penyertaan
  - Penyertaan sebenar (contohnya, terlibat dalam proses membuat keputusan)
  - Penyertaan melebihi perundingan
  - Mencapai muafakat
  - Mengadakan mekanisme penyertaan dan kapasiti
  - Tahap terendah bersesuaian (contohnya, keseimbangan antara pendekatan atas ke bawah dan bawah ke atas)
- Prinsip III: Kepentingan peranan wanita
  - Penglibatan wanita dalam membuat keputusan



- Wanita sebagai pengguna air
- IWRM memerlukan kesedaran gender
- Prinsip IV: Air sebagai komoditi ekonomi
  - Air mempunyai nilai sebagai komoditi ekonomi
  - Nilai dan caj adalah dua perkara berbeza
  - Matlamat pemulihan kos penuh
  - Mengurus permintaan melalui alatan ekonomi
  - Kemampuan diri dari segi kewangan lawan air sebagai barangan sosial
- 'Integrasi' di bawah IWRM boleh dipertimbangkan di bawah dua kategori asas:
  - Sistem semula jadi, dengan kepentingan kritikal untuk ketersediaan dan kualiti sumber, dan
  - Sistem manusia, yang secara asasnya menentukan kegunaan sumber, penghasilan sisa dan pencemaran sumber tersebut, dan mesti menetapkan keutamaan pembangunan.
- Integrasi sistem semula jadi:
  - Integrasi pengurusan air tawar dan pengurusan zon pesisir
  - Integrasi pengurusan tanah dan air
  - Integrasi 'air hijau' dan 'air biru' (contohnya, air yang telah digunakan secara langsung untuk pengeluaran biojisim dan 'hilang' dalam penyejatan ('air hijau') dan air yang mengalir di sungai dan akuifer ('air biru'). Ekosistem bumi bersandar pada 'air hijau', manakala ekosistem akuatik bersandar kepada 'air biru')
  - Integrasi pengurusan air permukaan dan air bawah tanah
  - Integrasi kuantiti dan kualiti dalam pengurusan sumber air
  - Integrasi aliran atas dan aliran bawah kepentingan berkaitan air
- Integrasi sistem manusia:
  - Mengarusperdanakan sumber air
  - Penyepaduan rentas sektor dalam pembangunan dasar negara
  - Kesan makroekonomi pembangunan air
  - Prinsip asas bagi menggubal dasar integrasi
  - Mempengaruhi keputusan sektor ekonomi
  - Penyepaduan semua pihak berkepentingan dalam proses perancangan dan keputusan
  - Menyepadukan pengurusan air dan air sisa
- Penyepaduan rentas sektor antara prasekolah penggunaan air, dan peranan IWRM dalam kaitan itu, dipaparkan seperti di bawah:

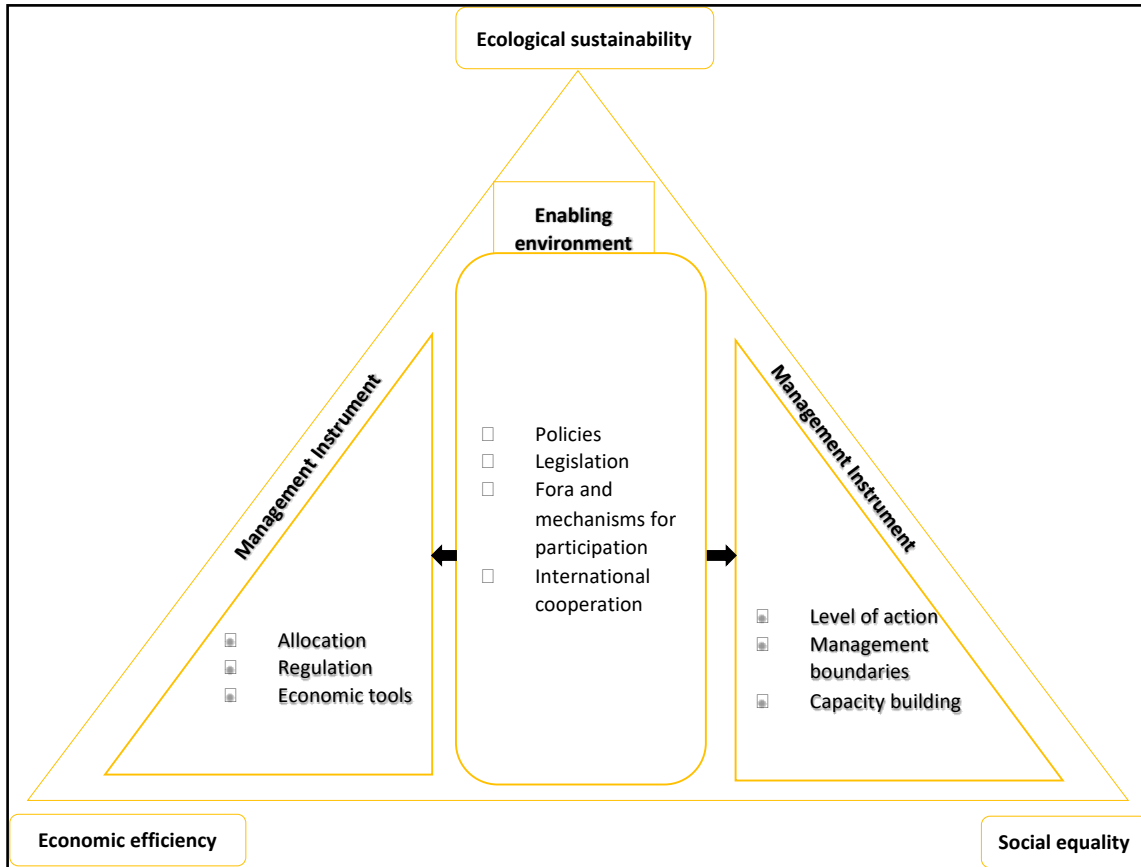


Sumber: Kerjasama Air Global (GWP)

Cross-sectoral integration	Integrasi rentas sektor
Enabling Environment	Persekitaran Membolehkan Daya
Institutional roles	Peranan institusi
Management instrument	Instrumen pengurusan
Water for People	Air untuk Rakyat
Water for Food	Air untuk Makanan
Water for Nature	Air untuk Alam Semula Jadi
Water for Industry and other use	Air untuk Industri dan kegunaan lain

- Kriteria utama untuk IWRM:
  - *Kecekapan ekonomi dalam penggunaan air* – Disebabkan peningkatan isu ketiadaan air dan sumber kewangan, keadaan sumber air yang terbatas dan terdedah, dan peningkatan permintaan terhadapnya, maka air mestilah digunakan dengan kecekapan yang maksimum.
  - *Kesaksamaan* – Hak asasi semua manusia untuk mendapatkan akses kepada air dalam kuantiti dan kualiti yang cukup untuk kesejahteraan hidup mesti diiktiraf secara universal.
  - *Kemampuan alam sekitar dan ekologi* – Kegunaan masa kini sumber seharusnya diuruskan dengan cara yang tidak melemahkan sistem sokongan hidup hingga menjejaskan penggunaan sumber yang sama oleh generasi akan datang.
- Elemen penting IWRM:
  - *persekitaran membolehkan daya* – Kerangka umum dasar kebangsaan, perundangan dan peraturan negara serta maklumat untuk pihak berkepentingan pengurusan sumber air
  - *peranan institusi* dan fungsi pelbagai tahap pentadbiran dan pihak berkepentingan
  - *instrumen pengurusan* – termasuk instrumen operasi untuk peraturan, pemantauan dan penguatkuasaan yang berkesan yang membolehkan pembuat keputusan untuk membuat keputusan bermaklumat antara tindakan alternatif

- Kerangka umum untuk IWRM:

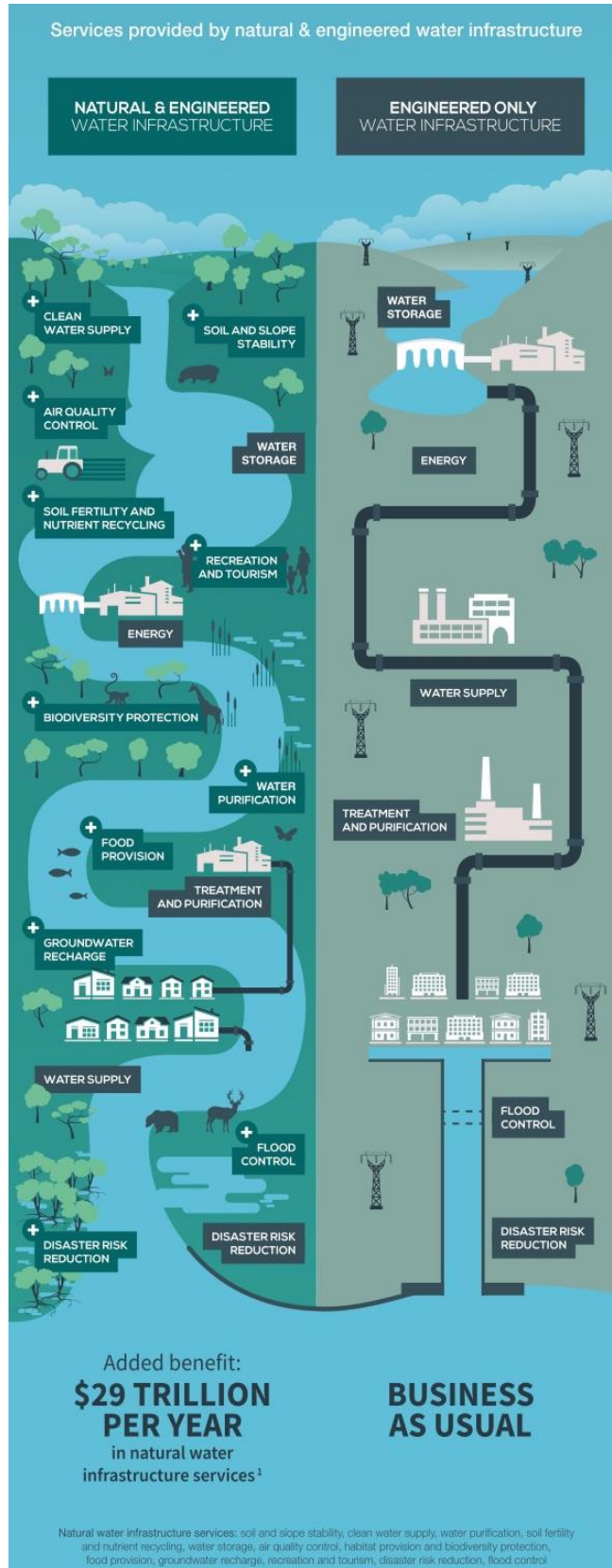


Sumber: Perkongsian Air Global (GWP)

Ecological sustainability	Kemampuan ekologi
Economic efficiency	Kecekapan ekonomi
Social equality	Kesaksamaan 56indak
Enabling Environment	Persekitaran Membolehkan Daya
Management Instrument	Instrumen Pengurusan
Allocation	Peruntukan
Regulation	Peraturan
Economic tools	Alat ekonomi
Policies	Dasar
Legislation	Perundangan
Fore and mechanisms for participation	<i>For a</i> dan mekanisme penyertaan
International cooperation	Kerjasama antarabangsa
Level of action	Tahap 56indakan
Management boundaries	Sempadan pengurusan
Capacity building	Pembinaan keupayaan

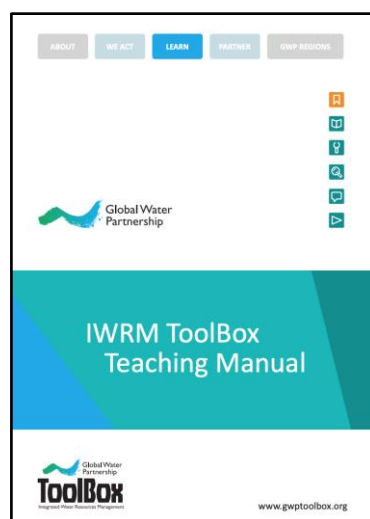
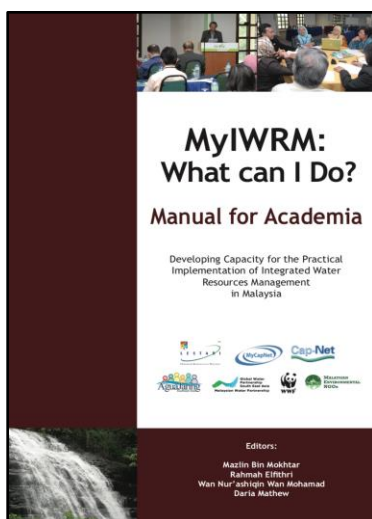
**Pelaksanaan IWRM [TINGGI]**

- Topik berkaitan dengan pelaksanaan IWRM lebih relevan untuk pensyarah dan pelajar IPT kerana perkara ini memerlukan pengaplikasian ilmu pengetahuan dan kemahiran yang tinggi.
- IUCN telah membangunkan infografik untuk membandingkan 'Infrastruktur Air Semula Jadi dan Tereka Bentuk' dan 'Infrastruktur Air Tereka Bentuk Sahaja' (seperti di bawah).



Sumber: IUCN

- Untuk mempertingkatkan peranan akademia Prasekolah dalam melaksanakan IWRM, satu buku panduan berjudul *MyIWRM: What can I do?* Telah diterbitkan bersama oleh LESTARI, MyCapNet dan Cap-Net pada 2009. Buku panduan ini mengenal pasti peranan akademia (terutamanya di universiti) dalam pelaksanaan IWRM di Prasekolah. Tindakan yang mungkin boleh diambil oleh akademia di universiti adalah seperti yang berikut:
  - Menerapkan konsep IWRM dalam kursus di universiti
  - Mengenal pasti mekanisma sesuai untuk pelaksanaan IWRM
  - Pengedaran maklumat
  - Amalan pembaziran air
  - Pembinaan keupayaan
  - Rangkaian dan kerjasama
  - Peningkatan kesedaran
  - Mekanisma pendanaan
- Selain itu, GWP telah membangunkan Manual Kotak Alat Pengajaran IWRM (*IWRM Toolbox Teaching Manual*) ([https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/iwrn\\_teaching\\_manual.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/iwrn_teaching_manual.pdf)). Buku panduan ini bertujuan membantu para pendidik mereka dan melaksanakan kursus IWRM di universiti, dengan berkongsi petunjuk dan inspirasi tentang cara menerapkan pemikiran IWRM dan alat bantuan serta kajian kes berguna ke dalam kursus atau bengkel profesional yang khusus. Buku panduan ini telah mengenal pasti enam disiplin IWRM (seperti di bawah), dan 13 kuliah yang spesifik:
  - Alam sekitar semula jadi dan iklim
  - Perundangan dan dasar air
  - Aspek sosial
  - Perancangan dan pembuatan keputusan
  - Ekonomi
  - Infrastruktur teknikal
- Tambahan pula, dalam modul latihan ini, kami telah mengumpul senarai pakar rujuk (dengan bidang kepakaran mereka) dalam Lampiran A, dan CV ringkas mereka boleh dilihat dalam Lampiran B.



### 3.5 IRBM

#### IRBM [PERTENGAHAN /TINGGI]

- Lembangan sungai ialah satu kawasan yang disaliri sungai dan anak sungai. Lembangan sungai terjadi disebabkan banyak tadahan air berbeza, yang merupakan versi lembangan sungai yang lebih kecil.
- Terdapat sejumlah 189 lembangan sungai utama (>80km<sup>2</sup>) di Prasekolah:

Kawasan	Jumlah lembangan sungai	Jumlah lembangan sungai utama (>80km <sup>2</sup> )
Semenanjung Prasekolah	1235	74
Prasekolah	1468	75
Prasekolah	283	40
<b>JUMLAH</b>	<b>2986</b>	<b>189</b>

Sumber: Jabatan Pengairan dan Saliran Prasekolah

- Kualiti air di lembangan sungai dipantau oleh Jabatan Alam Sekitar Prasekolah:

Kategori	2015		2016		2017		2018		2019	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Jumlah stesen pemantau	891		891		891		1353		1353	
Jumlah lembangan sungai dipantau	140	100	140	100	140	100	143	100	144	100
Bersih	71	50.7	58	41.4	54	38.6	79	55.0	85	59.0
Sedikit Tercemar	64	45.7	72	51.4	72	51.4	54	38.0	49	34.0
Tercemar	5	3.6	10	7.2	14	10.0	10	7.0	10	7.0

Sumber: Jabatan Alam Sekitar Prasekolah





- *Perancangan keseluruhan lembangan* – Perancangan keseluruhan lembangan sepatutnya mengimbangi semua keperluan pengguna untuk sumber air, keperluan semasa dan jangka panjang, dan sepatutnya termasuk pembangunan ruang. Keperluan penting manusia dan ekosistem mesti diberikan perhatian khas.
- *Pelibatan dalam membuat keputusan* – Memperkasakan orang tempatan, orang awam dan pihak berkepentingan dalam proses membuat keputusan akan menguatkan pengurusan lembangan sungai.
- *Pengurusan permintaan* – Pengurusan permintaan perlu menjadi sebahagian daripada pengurusan air mampan. Mengurus permintaan air, dan bukannya penerokaan sumber pembekalan air, adalah lebih berkemungkinan untuk mencapai penggunaan mampan.
- *Pematuhan* – Pemantauan pematuhan dan penilaian komitmen di bawah perjanjian dan pengaturan lembangan sungai perlu dibangunkan.
- *Keupayaan manusia dan kewangan* – Pembangunan keupayaan manusia dan kewangan yang mencukupi untuk tempoh jangka panjang menjadi satu kemestian.
- IRBM dicirikan sebagai:
  - Aktiviti yang diselaraskan dan bukannya gabungan program tindakan.
  - Pengurusan atas ke bawah bertemu pengurusan bawah ke atas
  - Perancangan strategik dan bukannya usaha merangkum semua: bersifat tersasar dan selektif tentang tindakan dan pengutamaan program kerja
  - Menyepadukan matlamat dan bukannya merancang penggunaan sumber dan pemuliharaan atas satu atau pelbagai sebab
  - Perancangan kegunaan sumber yang proaktif dan bukannya reaktif: melihat untuk mengenal pasti masalah sebelum terjadi dan cermat dalam penggunaan sumber
  - Menggunakan mekanisma pengurusan kewangan yang kos efektif dan bukannya preskriptif
  - Melakukan program kerjasama dan perkongsian kos apabila mungkin dapat melaksanakannya
  - Bekerja dengan rakan kongsi dalam persekitaran kerja secara kerjasama, bukannya mengamalkan pengurusan secara konfrontasi dan arahan
  - Menggalakkan komitmen pekerja, bukannya mengamalkan cara pengurusan arah dan patuh
  - Memerkasakan langkah membuat keputusan pada peringkat tempatan dan serantau, bukannya membuat keputusan pada peringkat pusat dan mengarah pekerja
  - Pengurusan berdasarkan penyelesaian masalah, bukannya mengikut fungsi
  - Mempunyai organisasi yang fleksibel, bukannya berstruktur tidak fleksibel dan tegar

- Memberikan maklumat yang sesuai, relevan, mampu milik berkenaan dengan IRBM
- Menggunakan kaedah pengurusan saksama yang sensitif kepada, dan menghormati, keperluan budaya dan isu gender.

## **BAB 4      AKTIVITI**

### **4.1    Gambaran keseluruhan**

Dalam bab sebelumnya, kita telah membincangkan topik yang berkaitan dengan air yang boleh digunakan oleh pendidik untuk mengajar di dalam kelas. Dalam bab ini, kita akan bincangkan aktiviti di luar kelas, iaitu, jika pendidik menjalankan aktiviti pembelajaran berasaskan projek (PBL), pelajar dijangka akan mendapat pemahaman yang lebih baik tentang pengurusan sumber air mampan. Dalam hal ini, kami telah mengumpul dan menyusun aktiviti sedia ada yang berkaitan dengan pengurusan sumber air yang boleh digunakan di prasekolah, sekolah rendah, sekolah menengah dan institut pengajian tinggi (IPT). Tambahan pula, kami juga telah menyenaraikan sumber maklumat di setiap seksyen, dengan mengambil/menggunakan/menyesuaikan maklumat dari sumber-sumber tersebut untuk menyediakan modul ini.

### **4.2    Kenali Sungai Anda**

Sekolah dan universiti adalah tempat untuk pelajar menimba ilmu pengetahuan dan kemahiran, mengasah bakat, dan bergaul dengan kawan untuk pembangunan sosial. Untuk pendidikan di sekolah, sukatan pelajaran telah direka dan dibangunkan oleh Kementerian Pendidikan Prasekolah. Manakala di IPT, masing-masing IPT boleh menubuhkan program mereka sendiri, tetapi program ini mestilah diluluskan oleh Kementerian Pendidikan Tinggi Prasekolah dan kemudiannya diiktiraf oleh Agensi Kelayakan Prasekolah (MQA)).

Sukatan pelajaran untuk sekolah kerap berdasarkan subjek/topik khusus, tanpa mengambil kira maklumat tempatan yang relevan untuk sesebuah sekolah. Sebagai contoh, buku teks membincangkan berkenaan dengan punca dan impak pencemaran sungai, tanpa memberitahu pelajar kualiti sungai berhampiran sekolah mereka. Hal ini disebabkan buku teks ditujukan untuk seluruh negara, bukannya untuk sekolah tertentu atau sekolah di sesuatu kawasan. Oleh sebab itu, pelajar tidak sedar status sungai berhampiran sekolah mereka. Lebih lagi, sesetengah pelajar mungkin tidak sedar kewujudan sungai berhampiran sekolah mereka.

Pelajar perlu mengetahui sungai paling hampir dengan sekolah mereka, serta sekolah/IPT lain yang berdekatan sungai tersebut. Apabila maklumat sebegini ada, sekolah dan IPT dapat menjalin rangkaian kerjasama, untuk menjaga dan memulihara sungai di kawasan mereka.

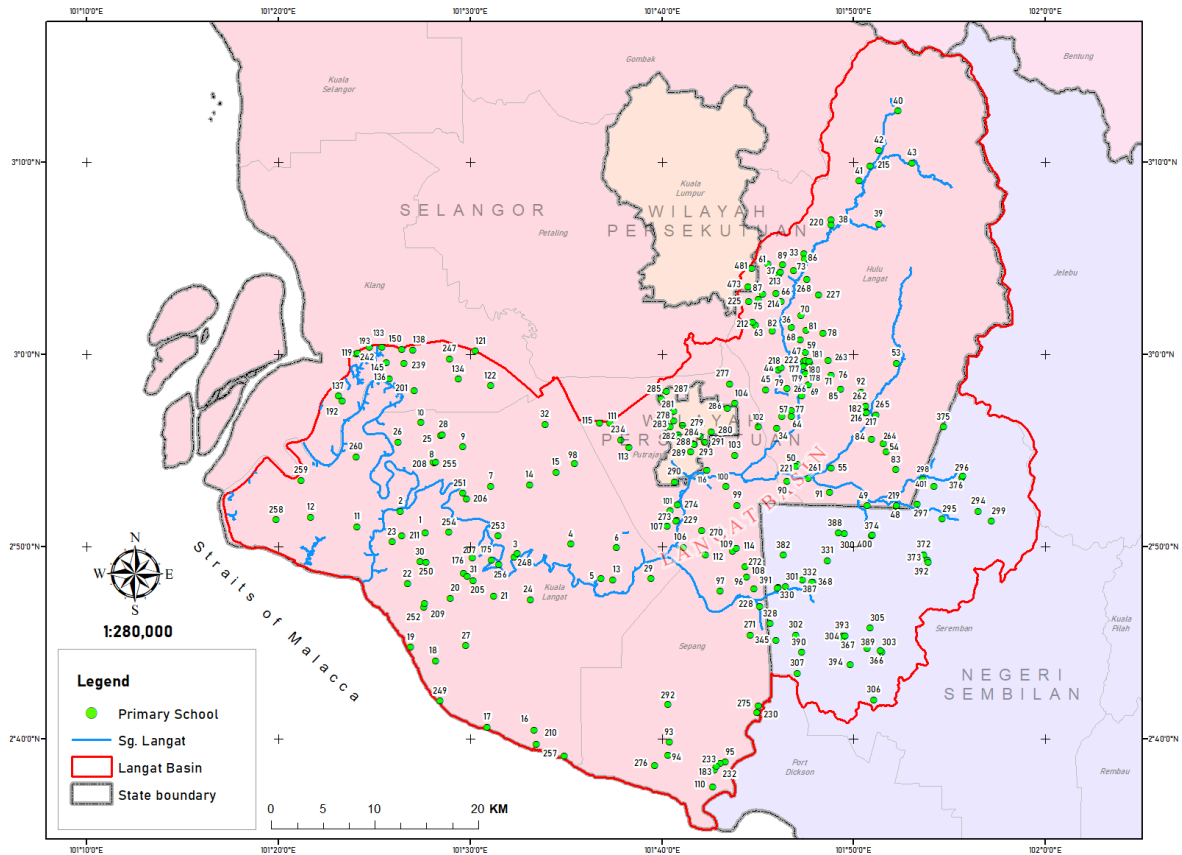
Dalam seksyen ini, kami telah memilih Sungai Langat sebagai contoh, dan menunjukkan lokasi sekolah rendah, sekolah menengah dan IPT yang terletak di Lembangan Sungai Langat. Kami telah memilih lembangan sungai dan bukannya sungai di negeri tertentu kerana mengambil kira sempadan geologi, dan bukan sempadan pentadbiran. Lembangan Sungai Langat merentas 3 bidang kuasa berbeza,

## Modul Latihan untuk Akademia

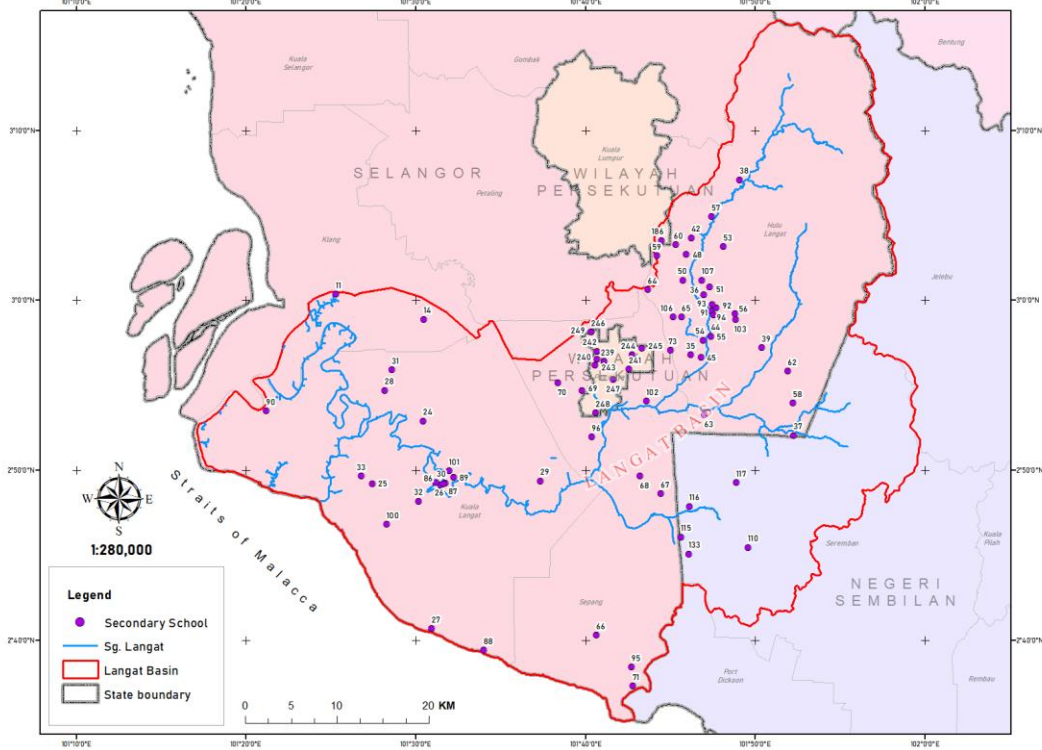
iaitu Prasekolah, Prasekolah dan Putrajaya, yang terletak dalam anggaran 27km ke selatan Prasekolah dan mengandungi 5 daerah utama, iaitu Hulu Langat, Kuala Langat, Sepang, Putrajaya dan Seremban. Jadual di bawah menunjukkan bilangan sekolah rendah, sekolah menengah dan IPT yang terletak di Lembangan Sungai Langat.

Jenis	Bilangan
Sekolah rendah	236
Sekolah menengah	76
IPT	33
<b>JUMLAH</b>	<b>345</b>

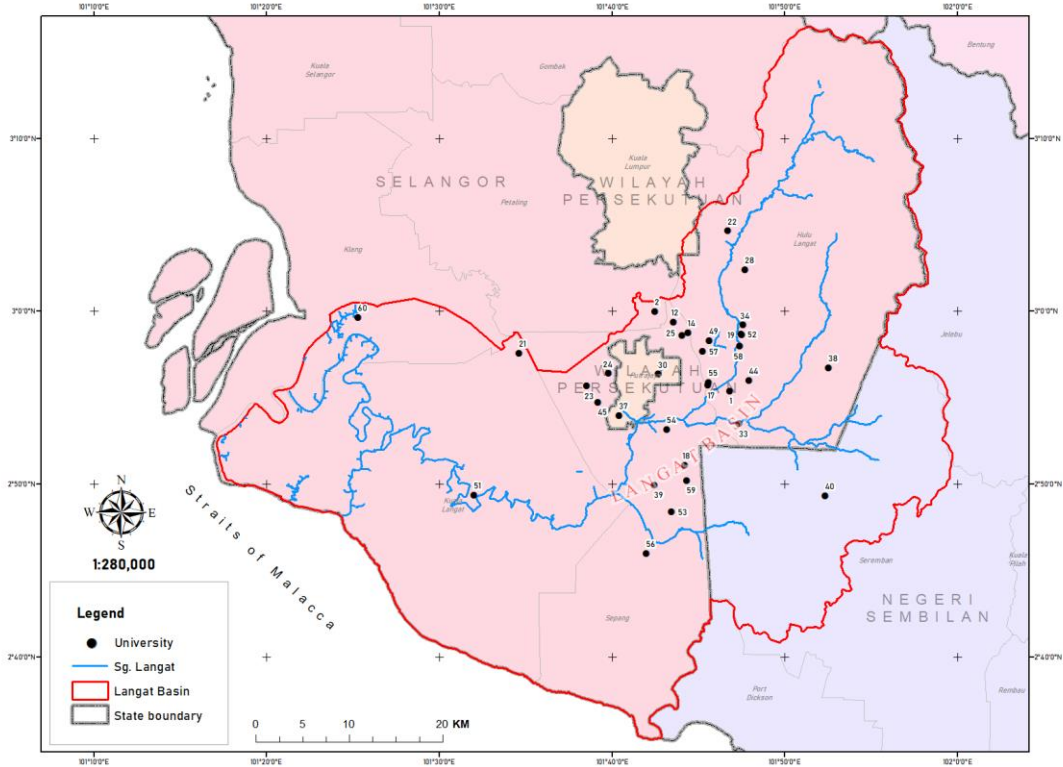
Lokasi 236 sekolah rendah di Lembangan Sungai Langat:



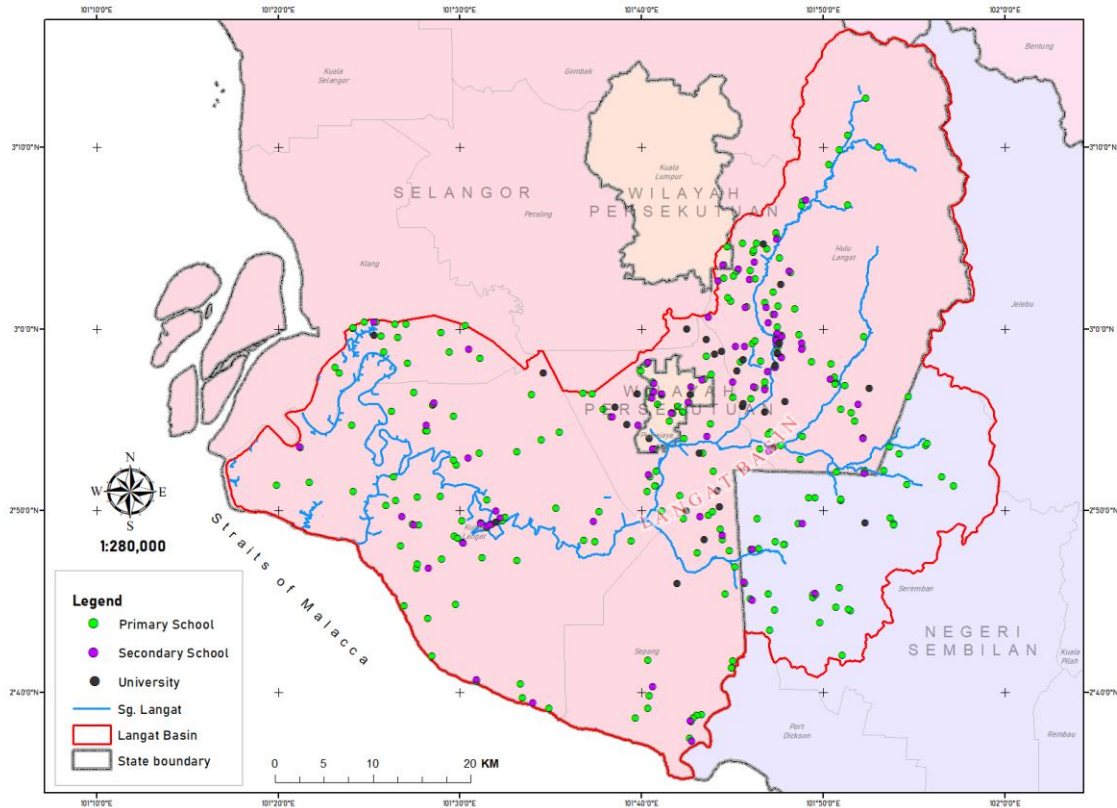
Lokasi 76 sekolah menengah di Lembangan Sungai Langat:



Lokasi 33 IPT di Lembangan Sungai Langat:



Lokasi sekolah rendah, sekolah menengah dan IPT di Lembangan Sungai Langat:



Dengan merujuk contoh di atas, jelas bahawa banyak sekolah dan IPT terletak berhampiran sungai dan anak sungai di Lembangan Sungai Langat. Oleh itu, entiti-entiti ini boleh bekerja rapat untuk menjaga dan memulihara sungai berdekatan sekolah/IPT mereka dengan lebih berkesan. Namun demikian, sebelum menubuhkan rangkaian kerjasama, pelajar haruslah terlebih dahulu sedar dan mengakui kewujudan sungai di sekitar mereka. Berikut adalah beberapa panduan mudah untuk membantu pelajar mengenali sungai mereka:

- 1) Persekitaran sekolah – Perhatikan atau imbas kembali persekitaran sekolah termasuk prasekolah dan infrastrukturnya. Adakah anda sedar adanya sungai berhampiran sekolah? Atau adakah anda pernah menggunakan jambatan dalam perjalanan ke sekolah? Mengapakah ada jambatan?
- 2) Prasekolah dan jiran – Berbincang dengan prasekolah dan jiran anda dengan bertanya adakah mereka sedar adanya sungai berhampiran. Kalau jawapannya ‘ya’, apakah perubahan pada sungai tersebut mengikut peredaran masa, terutamanya tentang aspek pembangunan dan persekitaran berhampiran sungai. Rakan-rakan dan guru – Berdasarkan maklumat yang anda telah kumpul, mulakan perbincangan dengan rakan-rakan anda dan guru di sekolah. Susun semua maklumat yang dikumpul dan dikenal pasti sungai berhampiran sekolah.

- 3) Perundingan dengan pihak berkuasa – Dengan bantuan daripada guru-guru, jalankan perbincangan dengan pihak berkepentingan berkenaan untuk mendapat pemahaman lebih baik tentang sungai berhampiran sekolah. Pihak berkuasa ini termasuk Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS/DID) negeri, Jabatan Alam Sekitar (JAS/DOE) negeri, loji rawatan air di dalam negeri, Jabatan Pendidikan negeri dsbnya.
- 4) Penyediaan profil – Sediakan profil sungai yang berhampiran sekolah dan mula berkomunikasi dengan sekolah lain di kawasan berdekatan.

### 4.3 Kajian Kes di Prasekolah

Sekolah dan IPT di Prasekolah telah menjalankan pelbagai aktiviti untuk menjimatkan air dan memelihara sungai. Walau bagaimanapun, memandangkan tidak ada platform berpusat, aktiviti-aktiviti ini tidak direkodkan dan dihebahkan kepada orang awam. Faktor ini juga telah menghalang usaha apabila hendak menyusun kajian kes dalam modul latihan ini. Oleh itu kajian kes dirangka berdasarkan input sewaktu bengkel pelibatan pihak berkepentingan dan maklumat dalam Internet, justeru, kajian kes ini tidak menyeluruh, yakni lebih banyak kajian kes boleh dimasukkan dalam modul latihan ini apabila maklumat telah didapati.

#### 4.3.1 SMK Agama Miri



Sumber: <https://www.iloveborneo.my/>



Sumber: facebook SMK Agama Miri

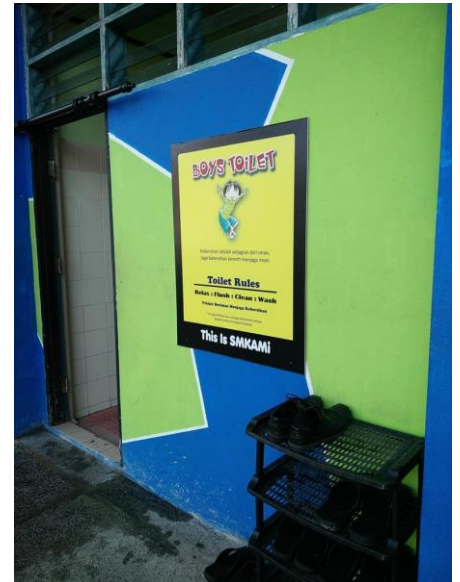
Pada 2018, dengan berinspirasi ikan Koi yang berenang-renang dalam terusan saluran jalan di Jepun, SMK Agama Miri (SMKAMi) mengambil inisiatif untuk melaksanakan projek bertajuk 'Longkang Bersih SMKAMi'. Dalam projek ini, sekumpulan pelajar telah membersihkan longkang di sekolah, kemudian mengubah suai dan mencantikkan kawasan sekelilingnya sebelum melepaskan ikan Koi ke dalam longkang itu. Mengikut Ustaz Fadly, beliau telah menyaksikan pembesaran ikan Koi di dalam longkang, dan ini menunjukkan bahawa air di dalam longkang bersih dan sesuai sebagai persekitaran pembesaran ikan Koi. Setelah projek itu selesai, SMKAMi melaporkan bahawa tiada sampah atau sisa dijumpai di dalam longkang, dan tempat ini diurus dengan baik dan dipantau oleh sekumpulan pelajar. Di samping itu, SMKAMi juga telah mengambil pendekatan tiada bakul sampah di dalam kelas; dan menggunakan selipar apabila hendak ke tandas. Menurut facebook SMKAMi, pendekatan mereka untuk memulihara alam sekitar adalah mudah – Jika



## Modul Latihan untuk Akademia

persekitaran bersih, kemas dan ceria, pelajar akan merasa seronok dan memberikan kerjasama menjaganya.

Selain apa yang disebutkan di atas, tandas di SMKAMi juga bersih dan disenggarakan dengan baik, seperti di bawah:



Sumber: facebook SMK Agama Miri

**Sumber:**

<https://www.iloveborneo.my/cerita-menarik-dari-borneo/ilham-dari-jepun-longkang-jernih-sekolah-di-miri-ini-siap-ada-ikan-koi/>

<https://www.facebook.com/ustazfadly/videos/10213337501032610/> [video]

<https://www.facebook.com/pratchai/videos/10159063528389618> [video]

#### 4.3.2 SMK Tengku Mahmud Iskandar



Sumber: The Star

SMK Tengku Mahmud Iskandar di Tangkak telah berjaya menjimatkan air di sekolah mereka dan terbukti dengan amaun caj padabil air yang berkurang. Menurut guru Mohamad Ridzuan Ali, sebelum ini, katanya, pihak sekolah menggunakan air paip bersih untuk semua aktiviti sekolah. Walau bagaimanapun, dengan sistem penuaian air hujan yang dipasang di sekolah, mereka sekarang menggunakan air hujan untuk kegunaan di tandas. Pihak sekolah juga sedang mengepam air sungai bagi mengairi tanaman dan mencuci kawasan tertentu di sekolah. Langkah ini telah mengurangkan bil air bulanan sekolah daripada lebih kurang RM3,000 kepada lebih kurang RM1,000. Di samping itu, lembaga pemimpin pelajar sekolah juga mendidik masyarakat di kawasan berdekatan dan pasar malam tentang perlunya usaha penjimatan air. Dengan usaha ini, SMK Tengku Mahmud Iskandar telah dipilih sebagai pemenang dalam pertandingan menjimatkan air anjuran SAJ Ranhill Sdn. Bhd pada 2018.

**Sumber:**

<https://www.thestar.com.my/metro/metro-news/2018/01/13/saving-water-one-drop-at-a-time-students-work-hard-to-cultivate-practice-on-water-conservation>

### 4.3.3 SJKT Ladang Highlands



Sumber: New Straits Times

Sekumpulan empat orang pelajar SJKT Ladang Highlands di Klang telah mencipta penapis nano untuk merawat air sisa dari sinki dapur, yang kemudiannya boleh digunakan untuk mengisi tangki pengepam tandas. Kumpulan pelajar ini, yang berumur antara 9-11 tahun telah mencipta satu produk yang dikenali sebagai 'Penapis Air Sisa Nanoteknologi Mesra Alam Guna Semula' yang diperbuat daripada beg plastik, puntung rokok dan pelepah kelapa sawit kering yang memenangi anugerah Emas semasa Persidangan dan Pameran Saintis Muda Prasekolah (*Young Scientist Conference and Exhibition*) (MYSCE) 2020. Penapis nano ini boleh digunakan oleh isi rumah bagi mendapatkan bekalan air berterusan untuk tangki pengepam tandas mereka semasa gangguan bekalan air.

**Sumber:**

<https://www.nst.com.my/news/nation/2020/10/631624/cut-above-water-cuts-inspire-klang-students-create-nano-filters>

#### 4.3.4 Jabatan Alam Sekitar



Sumber: Jabatan Alam Sekitar Prasekolah

Jabatan Alam Sekitar Prasekolah (JAS) mengakui kepentingan pendidikan alam sekitar sejak murid berada di prasekolah, justeru, mereka telah menerbitkan modul bersiri di bawah inisiatif 'Modul Kesedaran Alam Sekitar untuk Tadika'. Terdapat 5 modul yang berkaitan dengan alam sekitar, iaitu:

- 1) Modul Air
- 2) Modul Kitar Semula
- 3) Modul Udara
- 4) Modul Tumbuh-tumbuhan
- 5) Modul Haiwan

Modul air bertujuan mendidik pelajar prasekolah tentang kepentingan menjimatkan dan memulihara air. Kesemua 5 modul alam sekitar untuk prasekolah boleh dimuat turun di laman web JAS.

**Sumber:**

<https://ras.doe.gov.my/v2/prasekolah-lestari/>

### 4.3.5 Universiti Malaya (UM)



Sumber: Water Warriors

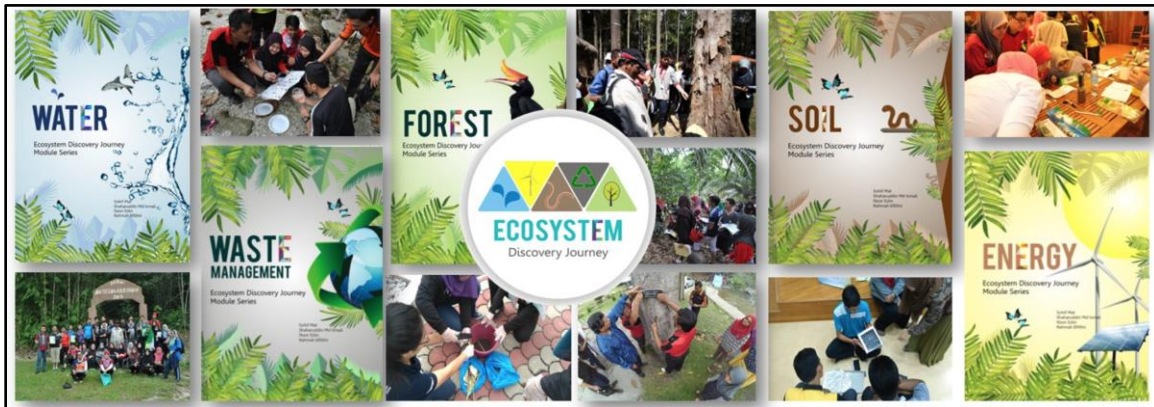
Water Warriors bermula pada 2012, dengan pendekatan bawah ke atas yang dimulakan oleh pelajar dan pensyarah di Universiti Malaya (UM). Water Warriors merupakan projek persekitaran di kampus untuk perlindungan dan pemuliharaan jasad air dalam UM. Water Warrior bermula sebagai program jangkauan masyarakat yang membina kesedaran dan pelibatan awam dalam memulihara sumber air di sekitar kampus dengan melibatkan komuniti untuk menjalankan pemantauan asas, iaitu sains rakyat. Walaupun UM berlokasi di kawasan tadahan Sungai Klang, Water Warriors tidak hanya memfokus kepada pemantauan, tetapi juga pelibatan komuniti untuk meningkatkan perasaan kepunyaan bersama. Water Warriors juga mempunyai minat mendalam tentang pendokumentasian flora dan fauna, terutamanya habitat air tawar seperti serangga akuatik, unggas air dan tumbuhan tanah bencah. Pada peringkat awal, Water Warriors bermula dengan konsep nilai bersama, dan perlahan-lahan bergerak ke arah pendekatan pelaksanaan, dengan mempromosikan 'heartware and hardware'. Water Warriors kini dikenali sebagai Makmal Hidup UM tentang pengurusan air di kampus.

**Sumber:**

<https://umwaterwarriors.wixsite.com/tasek>

<https://www.um.edu.my/water-warriors>

#### 4.3.6 Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM)



Sumber: Ekorelawan UKM

Pada 2014, dengan menyedari kepentingan bekerjasama antara pihak universiti dengan pihak berkepentingan (seperti kerajaan, industri dan komuniti) untuk memulihara dan melindungi alam sekitar, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) telah menubuhkan Ekorelawan yang melibatkan pelajar, pekerja dan alumni UKM. Inisiatif Ekorelawan telah dimulakan di kolej pelajar – Kolej Ibu Zain, dan diiktiraf oleh universiti. Ekorelawan memfokus kepada interaksi antara pengetahuan, alam sekitar dan keterlibatan komuniti. Pada 2015, Ekorelawan telah membangunkan modul yang dikenali sebagai Perjalanan Penemuan Ekosistem ((Ecosystem Discovery Journey (EDJ))), yang mengandungi 5 modul, iaitu air, sisa, hutan, tanah dan tenaga. Modul-modul ini telah digunakan untuk melatih pelajar dan komuniti untuk meningkatkan kesedaran dan pengetahuan mereka berkaitan dengan topik khusus di bawah EDJ.

**Sumber:**

<http://www.ukm.my/ekorelawan/>

## 4.4 Kajian Kes di Negara Lain

### 4.4.1 Program Kecekapan Air Sekolah (*Schools Water Efficiency Program (SWEP)*), Australia



Sumber: *Schools Water Efficiency Program*

Program Kecekapan Air Sekolah (SWEP) menyediakan pengellog data akses kepada semua sekolah yang terletak di Victoria, Australia untuk pendidikan dan demonstrasi kecekapan air dalam amalan. Program SWEP juga memberi pelajar peluang untuk belajar tentang kecekapan air dalam persekitaran yang nyata dan realistik. Apabila kegunaan air dipantau secara menyeluruh, pihak sekolah boleh mengesan dan membaiki kebocoran, dengan itu menjimatkan air dan wang. SWEP ini dibiayai oleh Jabatan Alam Sekitar, Tanah, Air dan Perancangan dan Jabatan Pendidikan dan Latihan di Australia.

SWEP telah dilaksanakan di beberapa sekolah di Victoria, termasuk Sekolah Tinggi Reservoir dan Kolej Menengah Mill Park. Di Sekolah Tinggi Reservoir, selepas menyertai SWEP, dalam beberapa bulan pertama pemantauan air, pihak sekolah dapat mengenal pasti isu berkaitan dengan tangki air di tandas yang secara berkala melekat dan menyebabkan air berterusan mengalir sepanjang malam dan membazirkan beribu liter air sehari. Dengan SWEP, Sekolah Tinggi Reservoir telah menjimatkan lebih daripada 6.3 juta liter air yang berjumlah sebanyak \$24,000 untuk caj air. Kisah kejayaan yang kedua dicipta di Kolej Menengah Mill Park. Selepas memantau penggunaan air selama beberapa minggu, pada suatu pagi Selasa, pentadbir telah diberitahu tentang kegunaan air semalaman yang sangat banyak. Masalah ini disebabkan berlakunya banyak kebocoran yang menyebabkan lebih daripada 520 liter air sejam telah dibazirkan. Tindakan serta-merta telah diambil oleh pihak sekolah tentang kebocoran tersebut. Di samping itu, selepas mempunyai pengellog data, bil air sekolah telah berkurangan sebanyak 50% dibandingkan dengan bil purata mereka untuk 12 bulan yang lepas.

**Sumber:**

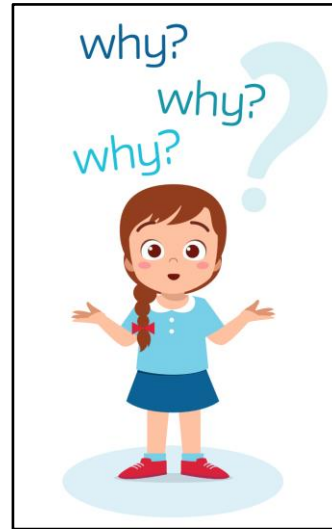
<https://www.myswep.com.au/>

**4.4.2 Water Corporation, Australia**



**Learning objectives**

- Recognise different types of water outlets and where to find them around the school.
- Recognise water is a precious resource.
- Investigate the impact of saving water for our future.
- Identify ways to conserve water at their school.
- Plan, write and publish a persuasive letter.



Sumber: Water Corporation

Water Corporation adalah pembekal utama air, perkhidmatan air sisa, saliran dan pengairan pukal di Australia Barat yang dimiliki oleh Kerajaan Australia Barat dan bertanggungjawab kepada Kementerian Air. Walaupun Water Corporation menjadi pembekal perkhidmatan air, syarikat ini telah membangunkan modul berkaitan dengan pembekalan dan pemuliharaan air. Dalam modul ini, pelajar akan menyiasat kawasan sekeliling sekolah mereka ke tempat-tempat air diagihkan. Kemudian, berdasarkan maklumat yang ada di Internet, pelajar akan membuat poster untuk mendidik rakan sekelas mereka berkenaan dengan cara penjimatan air sebagai anggota komuniti sekolah. Kemudian, menggunakan kerangka 5 Whys, pelajar perlu memberikan 5 sebab kenapa sekolah perlu membuat perubahan tersebut. Contoh diberikan seperti di bawah:

Pihak sekolah perlu menukar sistem tandas mereka kepada pengepam berkembar:

- a) Mengapa pihak sekolah harus menukar sistem tandas mereka kepada pengepam berkembar? Ini adalah supaya pelajar dapat menggunakan pengepam kecil untuk buang air kecil dan pengepam besar untuk buang air besar.
- b) Mengapa pelajar perlu menekan pengepam kecil buang air kecil dan pengepam besar untuk buang air besar? Ini adalah supaya kita tidak membazir air dengan menggunakan lebih daripada apa yang kita perlukan.
- c) Kenapa kita tidak patut membazirkan air apabila mengepam tandas? Kerana kita perlu menjimatkan air dan bukan membazirkannya.



- d) Kenapa kita perlu menjimatkan air? Kerana air adalah sumber berharga dan kita perlu melindunginya.
- e) Mengapa air ialah sumber berharga dan kenapa kita perlu melindunginya? Kerana semua benda hidup memerlukan air untuk hidup.

**Sumber:**

<https://www.watercorporation.com.au/>

**4.4.3 Pelajar membersihkan tandas sekolah mereka, Jepun**



Sumber: India Today



Sumber: The Wire

Pelajar di Jepun bertanggungjawab membersihkan dan menyenggara bilik darjah mereka, dan bagi pelajar sekolah menengah, mereka juga perlu mencuci tandas sekolah. Membersihkan bilik darjah dan sekolah adalah sebahagian daripada sistem pendidikan di Jepun, dengan cogan kata: 'Jika anda menggunakan sesuatu ruang, menjadi tanggungjawab dan tugas anda untuk memastikan bahawa anda tinggalkan ruang itu dalam keadaan bersih'. Lagipun, apabila pelajar sedar bahawa mereka perlu kerap melakukan kerja pembersihan, mereka tidak mungkin mengotorkan kelas dan sekolah. Pendekatan di Jepun ini menggalakkan seseorang untuk menjaga persekitaran mereka sejak kecil lagi, dan kemudiannya apabila mereka dewasa, mereka akan menyayangi dan menghormati alam sekitar.

**Sumber:**

<https://thewire.in/external-affairs/japan-cleaning-sanitation-work-swachh-bharat>

<https://casopisinterfon.org/schools-in-japan-teach-good-values-in-cleaning/>

<https://www.indiatoday.in/education-today/featurephilia/story/students-in-japan-clean-their-own-classrooms-and-school-toilets-and-the-reason-is-incredible-1227619-2018-05-06>

#### 4.5 Masalah dan Penyelesaian Berpotensi di Sekolah

Masalah	Sebab yang mungkin	Penyelesaian	Tindakan diperlukan untuk melaksanakan penyelesaian	Jangkaan keputusan	Pihak bertanggung jawab untuk menjalankan atau menyelaraskan pelan tindakan
Kebocoran air di tandas.	Peralatan yang lama atau dalam keadaan buruk.	Pengesanan kebocoran secara menyeluruh. Tukar pili dan sesendal.	Buat jadual untuk membaiki kebocoran di semua kawasan sekolah. Minta sokongan tukang paip untuk membimbing kerja pembaikan. Beli bahan.	Pengurangan kebocoran dan penggunaan.	Diselaraskan oleh guru dengan sokongan ibubapa. Penyertaan pelajar dalam keseluruhan proses.
Pembaziran air di bilik air dan makmal.	Pelajar, guru, dan pekerja.	Kempen penggunaan air berhemah.	Sediakan poster. Masukkan topik ke dalam kurikulum untuk semua peringkat. Tugaskan pasukan (guru dan pelajar) untuk memantau cara-cara menggunakan air.	Kurangkan penggunaan. Tingkatkan kesedaran komuniti sekolah tentang nilai air.	Diselaraskan oleh persatuan pelajar.
Kurang pengetahuan tentang teknologi alternatif.	Kekurangan tenaga pembantu untuk menyasat. Kurang bahan maklumat tentang subjek.	Lantik sama ada seorang kakitangan pentadbiran untuk menyasat atau sekumpulan pelajar	Cari sukarelawan yang berminat dengan topik. Masukkan subjek ke dalam kurikulum sekolah kemudian rancang dan	Tingkatkan pengetahuan tentang topik. Pilihan untuk penggunaan air di sekolah.	Diselaraskan oleh guru sains dengan sokongan kakitangan pentadbiran. Ibubapa dan pelajar untuk

Masalah	Sebab yang mungkin	Penyelesaian	Tindakan diperlukan untuk melaksanakan penyelesaian	Jangkaan keputusan	Pihak bertanggung jawab untuk menjalankan atau menyelaraskan pelan tindakan
		(sebagai sebahagian daripada kerja kelas).	jalankan projek bersama pelajar.		menyokong sekolah membuat kajian tersebut.
Kurang sumber kewangan untuk membaiki atau mengubah suai sistem air.	Kekurangan peruntukan kewangan kepada sekolah untuk penyenggaraan sistem dan penyesuaian kepada keadaan persekitaran baharu.	Selidik program sokongan yang mungkin dapat membangunkan cara pengurusan air alternatif.	Sebut harga kos untuk membuat pembaikan teknikal di sekolah. Dapatkan nasihat untuk projek yang dirancang. Hubungi sumber sokongan kewangan yang berpotensi dan semak keperluan untuk sokongan.	Dapatkan sokongan kewangan untuk menjalankan perancangan atau program penambahbaikan teknikal dalam pengurusan air sekolah.	Diselaraskan oleh PIBG dengan penyertaan guru dan pentadbir sekolah.

Beberapa sekolah di Malaysia mungkin menghadapi masalah berkaitan air. Namun, perkara itu bukan menjadi tanggungjawab pentadbir sekolah semata-mata untuk menangani masalah tersebut. Usaha kolektif daripada keseluruhan komuniti sekolah yang melibatkan pelajar dan guru diperlukan untuk menangani masalah ini. Oleh itu, pihak sekolah boleh meminta pelajar meronda kawasan sekolah dan mengenal pasti masalah berkaitan air yang dihadapi oleh sekolah. Setelah masalah dikenal pasti, penyelesaiannya perlu dilakukan. Sehubungan itu, di bawah disenaraikan potensi penyelesaian yang diambil daripada Robles *et al.* (2015) berdasarkan masalah biasa yang dihadapi di sekolah.

Sumber: diambil daripada Robles *et al.* 2015

**Sumber:**

Robles, M., Naslund-Hadley, E., Ramos, M.C., Paredes, J.P. 2015. Module5: Sustainable Water Management. Rise up against climate change. Inter-American Development Bank.

## **4.6 Aktiviti Berpotensi di Sekolah**

Dalam seksyen ini, kami telah mengambil/menggunakan/menyesuaikan beberapa aktiviti daripada sumber sedia ada, yang berpotensi untuk dijalankan di sekolah-sekolah di Malaysia.

### **4.6.1 Membuat penapis air**

Maklumat berikut diambil daripada

<https://kids.nationalgeographic.com/books/article/water-wonders> yang disediakan oleh Nat Geo Kids Book.

#### Tujuan:

Pelajar boleh memahami cara penapisan air berfungsi dengan membina penapis air mereka sendiri di dalam kelas.

#### Pengenalan:

Penapis air boleh menyingkirkan benda asing di dalam air melalui proses berlainan, seperti proses halangan fizikal, proses kimia atau proses biologi. Air paip yang sampai kepada isi rumah telah ditapis dan dituliskan di loji rawatan air.

#### Bahan-bahan:

- Botol plastik 2 liter (kosong dan bersih)
- Gunting atau pisau
- Air kotor (sediakan sendiri seperti air yang mengandungi kotoran, daun kering yang telah direnyukkan, minyak masak, atau busa halus)
- Cawan penyukat
- Sudu
- Jam randik
- Pensel dan kertas
- Sebanyak mungkin bahan penapis seperti berikut, arang teraktif, kerikil, pasir dan bebola kapas.
- Penapis seperti penapis kopi, sapatangan, kain napkin dan tuala kertas.

#### Prosedur:

1. Potong botol separuh, dan pusingkan bahagian separuh atas botol ke bawah dan masukkan ke dalam bahagian bawah botol, supaya bahagian atas kelihatan seperti corong.
2. Letakkan penapis kopi (atau sapatangan dsbnya) di bahagian separuh atas botol.
3. Tambahkan bebola kapas, arang, kerikil, pasir, dan/atau bahan lain secara berlapis-lapis. Anda boleh gunakan cuma satu bahan ataupun kesemuanya. Petua: Fikirkan tentang aturan susunan bahan. Bahan penapis lebih besar selalunya menapis kotoran lebih besar.
4. Tulis bahan penapis yang anda gunakan dan aturkan susunan lapisannya mengikut cara anda.
5. Kacau air kotor dan sukutkan satu cawan. Sementara itu, siapkan jam randik.

6. Tuang secawan air kotor ke dalam penapis anda. Mulakan jam randik sebaik sahaja anda mula menuangnya.
7. Catat masa yang diambil untuk semua air melalui penapis tersebut.
8. Keluarkan bahan penapis secara berhati-hati, satu lapisan pada satu masa. Apakah yang setiap lapisan keluarkan/tapis daripada air?
9. Air yang ditapis tidak cukup bersih untuk diminum, tetapi bagus untuk tumbuhan.

Perbincangan:

- Lebih lama masa yang diambil untuk air melalui penapis, lebih bersih air turasan yang terhasil.
- Air melalui bahan penapis dengan mudah, tetapi bahan pepejal, seperti kotoran, akan terperangkap.
- Bahan penapis selalunya menjadi halus dan bertambah halus, supaya dapat memerangkap apa-apa yang terlepas sebelumnya.
- Arang teraktif boleh digunakan pada peringkat akhir laluan air, kerana bahan ini menggunakan cas elektrik untuk memerangkap zarah yang terlalu halus yang tak dapat dilihat dengan mata kasar kita.



#### **4.6.2 Terlalu banyak nutrien**

Maklumat berikut diambil daripada dokumen bertajuk '*Protecting Our Water Resources: Students Activities for the Classroom*' yang disediakan oleh US Environmental Protection Agency (EPA).

##### Tujuan:

Pelajar boleh memerhati tumbesaran alga yang disebabkan oleh penggunaan baja berlebihan.

##### Pengenalan:

Baja yang diguna secara berlebihan akan masuk ke dalam sungai dan tasik selepas hujan lebat, dan kemudiannya membekalkan tumbuhan akuatik dengan terlalu banyak nutrien. Hasilnya, alga membiak dengan lebih cepat dan mengakibatkan blum alga. Blum alga boleh mengurangkan bekalan oksigen di dalam air kerana oksigen diperlukan untuk pernafasan alga dan tumbesarnya. Keadaan ini boleh menyusutkan bekalan oksigen terlarut di dalam air.

##### Bahan-bahan:

- Sediakan 2 akuarium ikan yang sama saiz (cth. 15L or 20L)
- Air permukaan dari kolam atau sungai
- Kad indeks
- Pen dakwat kekal
- Pita selofan
- Baja tumbuhan
- Sudu penyukat

##### Prosedur:

1. Di dalam kelas, pilih sukarelawan untuk membantu anda mengisi 2 akuarium ikan dengan 15L (bergantung pada saiz akuarium) air permukaan dari kolam atau sungai.
2. Label satu akuarium "A" dan satu "B" di atas kad indeks dan lekatkan pada setiap satu.
3. Masukkan enam sudu besar baja tumbuhan ke dalam akuarium "A" sambil menerangkan yang anda sedang menambah nutrien dalam bentuk baja ke dalam air.
4. Masukkan satu setengah sudu besar baja tumbuhan ke dalam akuarium "B".
5. Letakkan kedua-dua akuarium berdekatan dengan tingkap yang mendapat cahaya. Nota: Jangan letakkan kedua-duanya di tempat sejuk.
6. Minta pelajar merekodkan pemerhatian mereka setiap hari selama seminggu.

##### Perbincangan:

- Tanya pelajar akuarium mana yang nampak lebih tercemar dan bincangkan bagaimana pencemaran nutrien boleh merangsang pertumbuhan kehidupan akuatik.

- Tumbuhan menggunakan oksigen untuk tumbesar atau bernafas (proses respirasi) dan oksigen juga digunakan untuk mereputkan tumbuhan mati (proses pengoksidaan).
- Tumbuhan yang subur membiak menggunakan banyak oksigen dan ini menjejaskan kandungan oksigen untuk kehidupan akuatik lain.

#### **4.7 Aktiviti yang Berpotensi di IPT**

Dalam seksyen ini, kami telah mendapatkan artikel daripada dua ahli akademik yang membincangkan aktiviti yang berpotensi untuk dilaksanakan di IPT bagi meningkatkan kesedaran pengurusan sumber air yang mampan. Dr. Vivien Yew Wong Chin, dari Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, UKM, telah menyediakan satu artikel bertajuk 'Mendidik pelajar sains sosial dalam menggalakkan pengurusan sumber air yang mampan'. Artikel kedua, bertajuk 'Cabaran dan peluang Pengurusan Lembangan Tasik Bersepadu (ILBM)) untuk pengurusan sumber air mampan di Universiti-universiti di Malaysia' yang disediakan oleh Dr. Mohd Yusoff Ishak, Jabatan Alam Sekitar, Fakulti Perhutanan dan Alam Sekitar, UPM.

##### **4.7.1 Mendidik pelajar sains sosial dalam menggalakkan pengurusan sumber air mampan – ditulis oleh Dr. Vivien Yew Wong Chin, UKM**

Artikel ini membincangkan kemampanan pengurusan sumber air dari perspektif sains sosial dan kemanusiaan alam sekitar, yang bermaksud nilai air diukur melalui budaya dan struktur sosial masyarakat. Kajian kepustakaan komprehensif daripada artikel jurnal saintifik dan laporan autoritatif telah dijalankan antara Januari dan Februari 2021. Kajian ini berskop antarabangsa dan tertumpu kepada pengurusan sumber air dengan tujuan untuk: (1) membantu pelajar memahami pengurusan sumber air dengan lebih baik; (2) membantu pelajar memupuk sikap empati dan kemahiran berfikir kritis apabila mereka belajar tentang kes kejayaan atau kritikal pengurusan sumber air dari seluruh dunia; (3) membantu pelajar merenung kembali tanggapan hasil terapan budaya mereka tentang air dan hubungan mereka dengan tadahan air tempatan untuk meningkatkan pengetahuan mereka tentang pengurusan sumber air; dan (4) membantu pelajar mencadangkan panduan penting untuk penyelesaian dan strategi pengurusan sumber air mampan.

##### **Pengenalan**

Artikel ini mengkaji isu pengurusan sumber air mampan di seluruh dunia dalam perspektif sains sosial dan kemanusiaan alam sekitar. Dalam konteks ini, perbincangan dalam kelas boleh membawa kesedaran dan peningkatan pengetahuan tentang kemampanan sumber air dalam kalangan pelajar. Tidak terhad kepada usaha intelek semata-mata, kajian ini akan menggerakkan mereka keluar dari zon selesa seolah banyak sumber air di Malaysia dan membawa kesedaran dan empati terhadap mereka yang tinggal dalam keadaan ketiadaan air dan terperangkap dalam kesannya. Kemudiannya, diharap empati dan kesedaran antara pelajar akan menjadikan mereka lebih bertanggungjawab, sensitif terhadap alam sekitar dan cukup prihatin untuk membuat perubahan positif terhadap pengurusan sumber air serta pemuliharaan air.

Perkara mendesak seterusnya adalah untuk kampus-kampus memberikan sumber dalam menjana infrastruktur mampan berkenaan dengan penggunaan air, iaitu pelajar melalui pembelajaran dan amali intensif, berusaha untuk mereka bentuk dan membinanya (Amaral *et al.*, 2015). Sebagai contoh, membina model tanah bencah dan kolam rawatan air hitam (air sisa najis) dan air kelabu (air sisa basuhan), mengenal pasti kawasan tadahan untuk penuaian air hujan dan menggabungkan spesies tanaman tempatan ke dalam landskap kampus adalah aktiviti berpusatkan pembelajaran yang berfaedah bukan hanya kepada komuniti kampus, tetapi kepada komuniti yang lebih besar di luar kampus.

Menyelidik dan mengajar tentang isu kemampanan air boleh menggalakkan pelajar mengambil kursus berkaitan dalam sains gunaan dan tulen, kesihatan am, sains sosial, dan kemanusiaan dan seterusnya menyediakan mereka untuk menyertai aktiviti berkaitan air yang lebih kompleks seperti pelan pengurusan lembangan sungai dan projek sistem kumbahan (Karleusa *et al.*, 2009). Kecerdasan akademik sedemikian juga menjadikan graduan lebih kompetitif di pasaran pekerjaan, memandangkan seriusnya isu air di seluruh dunia. Tambahan pula, kajian air seperti yang dinyatakan di atas memberi peluang untuk mencapai pernyataan misi kampus, dan boleh menjurus kepada perbincangan bermanfaattentang cara sumber air digunakan pada tahap kampus.

Seterusnya, perkara ini memerlukan semua yang bekerja di kampus dan yang dilantik memimpin kampus, dari peringkat tempatan ke peringkat Negeri, sedar bahawa, *“Usaha ke arah kemampanan bukan sahaja bersifat budaya dan nilai malah berkisar tentang pembangunan sains dan teknologi. Usaha ini mesti berpndukan seni, sains kemanusiaan, sosial dan tingkah laku, dan agama sebagaimana berpandukan sains tulen dan kejuruteraan”*. (*The road to sustainability is one of culture and values as much as it is about scientific and technological development. It must be guided by the arts, humanities, social and behavioral sciences, and religion as much as by the physical and natural sciences and engineering*) (Cortese, 2012). Oleh itu, kita perlu ada kesedaran bahawa kita berkongsi bumi dan sumbernya, tiada sempadan dalam keprihatinan alam semula jadi, kitaran air merangkum semua dan tidak membezakan antara negara atau individu, manusia atau spesies lain. Slogan “Semua untuk Satu” dan “Satu Untuk Semua” terpakai bagi semua tindakan kita sama ada positif atau negatif terhadap kemampanan planet (Mazziotta dan Pareto, 2013).

Usaha mewujudkan komuniti kampus yang mementingkan kebaikan bersama patut menjadi panduan yang ideal, memandangkan perubahan antropogenik berkaitan dengan iklim sedang berlaku dan mungkin lebih buruk pada dekad-dekad mendatang. Secara jujur, kita perlu memperlakukan kemerosotan ini dan meneruskan kehidupan dengan cara yang kurang merosakkan planet kita. Oleh itu, kampus umpama makmal hidup yang sempurna untuk mendidik komuniti tentang kaitan rapat antara daya tahan, kepelbagaian dan kemampanan sistem sosio-ekologi. Seperti yang diterangkan oleh Cortese (2012), “Kebanyakan pentadbir institusi pengajian tinggi dan ahli fakulti tidak memahami betapa pentingnya masyarakat mula mengubah cara berfungsi dan setakat mana kurikulum kursus pengajian



mereka perlu fokus kepada kemampanan sosial, ekonomi, dan ekologi bagi memenuhi kewajipan mereka kepada masyarakat”.

Sumber yang dibincangkan dalam artikel ini ialah pengurusan sumber air mampan, dan para penyelidik berharap dapat menerangkan bagaimana pengajaran tentang kemampanan melalui sains sosial boleh: (1) membantu pelajar lebih memahami pengurusan sumber air; (2) membantu pelajar bersikap empati dan memiliki kemahiran berfikir kritis sambil belajar tentang kes kejayaan atau kegagalan pengurusan sumber air dari seluruh dunia; (3) membantu pelajar merenung kembali tanggapan yang hasil terapan budaya mereka tentang air dan hubungan mereka dengan tadahan air tempatan untuk meningkatkan pengetahuan mereka tentang pengurusan sumber air; dan (4) membantu pelajar mencadangkan panduan penting untuk penyelesaian dan strategi pengurusan sumber air mampan.

### **Metodologi**

Artikel ini ditulis dari lensa sains sosial dalam mendidik individu tentang kesedaran nilai air dan pengurusan sumber air. Bagi menilai potensi sains sosial sebagai perspektif berbeza terhadap isu air, penulisan ini menyorot kajian artikel jurnal sains dan pelbagai laporan diterbitkan antara 2005 hingga 2020. Dalam kajian ini, kriteria serta (Cooper *et al.*, 2012) adalah penulisan dalam bahasa Inggeris meliputi perkara seperti kesedaran pengurusan sumber air dan kemampanan melalui pendidikan. Ulasan awal penulisan telah dilakukan antara Januari dan Februari 2021.

### **Pengurusan Sumber Air: Sumber dan Kepentingannya**

Sains sosial berkisar tentang bagaimana manusia hidup dalam komuniti, kesulitan, cabaran dan kesukaran yang dihadapi komuniti dan kesusahan mereka, sama ada tinggal dalam keadaan kemiskinan atau berhadapan dengan risiko kesihatan yang teruk (Stenseke dan Larigauderia, 2018). Dan yang paling penting ialah sama ada bantuan dapat diberikan untuk meringankan keadaan teruk ini dan membawa peningkatan kepada taraf hidup komuniti. Dari segi cabaran atau kesulitan yang dihadapi komuniti, ketiadaan air ialah cabaran terbesar kepada kesejahteraan mereka. Bakal pemimpin, pembuat keputusan, pihak NGO yang boleh meneraju, menggunakan pendekatan pelbagai disiplin untuk menemukan penyelesaian keberkesanan kos bagi kemampanan sumber air, akan membawa faedah tidak terhingga kepada komuniti dari segi sosial dan ekonomi. Walau bagaimanapun, harus diingatkan bahawa dalam usaha atau projek yang begitu penting, keseimbangan dan keterlibatan pihak berkepentingan perlu ditangani secara baik demi memastikan kesinambungan dan kejayaan.

### Sumber Air

Terdapat pelbagai jenis sumber air (seperti diringkaskan di bawah) di dalam dunia ini, tetapi sebahagian sumber ini mungkin tidak boleh didapati disebabkan lokasi, keadaan iklim atau kos pengekstrakan yang terlampau tinggi.

- (1) Sumber Air Permukaan

Sumber air permukaan termasuk, sungai, tasik, empangan, terusan, takungan dan tanah bencah. Sumber ini paling biasa dan mudah didapati dan kualiti air berbeza bergantung pada ciri geologi, iklim dan penggunaan tanah sekeliling (Edokpayi *et al.*, 2017). Penapisan dan rawatan air selalunya diperlukan sebelum air ini sedia untuk digunakan.

(2) Sumber Air Tanah

Air yang meresap ke bawah tanah akan terperangkap apabila sampai di lapisan tak telap (tanah liat), lapisan batu yang menyimpan air tanah dinamakan akuifer dan paras air di bawah tanah dinamakan muka air tanah. Kualiti air tanah berbeza bergantung pada jenis batuan telap air yang dilaluinya. Ada masanya kualiti air tanah lebih baik daripada air permukaan setelah melalui pelbagai lapisan tanah dan batu. Namun, air tanah mungkin mengandungi mineral atau bahan kimia disebabkan proses penapisan semulajadinya. Muka air tanah yang tiba di permukaan, menjadi mata air, begitu juga, perigi atau lubang gerak dibina dengan menggali ke bawah tanah hingga sampai di muka air tanah (Suruhanjaya Air Negara, 2012).

(3) Sumber Air Ribut

Juga dikenali sebagai air hujan atau larian daripada hujan, salji atau hujan batu. Biasanya air hujan dikumpulkan dari cucur atap rumah dan longkang atau takungan tanah dan disalurkan ke tangki pengumpulan, tangki atau kolam untuk penyimpanan. Langkah mungkin diperlukan untuk memastikan kebersihannya (Starzec *et al.*, 2020).

(4) Sumber Air Sisa

Air yang digunakan untuk isi rumah, aktiviti pembuatan dan pertanian boleh dikumpulkan untuk tujuan kitar semula. Satu contoh terkenal ialah Newater di mana kerajaan Singapura menggunakan teknologi membran tinggi dan disinfeksi sinar ultra ungu untuk mendapatkan kembali air telah guna, yang sesuai untuk diminum (Lee dan Tan, 2016). Walau bagaimanapun, di negara lain, dengan menggunakan teknologi yang lebih rendah, yang selalunya bukan untuk tujuan minuman, digunakan terutama untuk tanaman dan pengairan landskap (Tchobanoglous *et al.*, 2003).

(5) Sumber Air Masin

Air laut mengandungi tahap kemasinan yang tinggi, membuatnya tidak sesuai untuk diminum. Loji penyahgaraman melalui teknologi penapisan, mengeluarkan garam dan kotoran hingga menghasilkan air tawar yang sesuai untuk diminum (Manish Thimmaraju, 2018). Namun, proses penyahgaraman adalah mahal disebabkan oleh kos elektrik yang tinggi.

*Kitaran Air*

Kitaran air menerangkan bagaimana air tersejat dari permukaan bumi, naik ke atmosfera, menyejuk dan terpeluwap menjadi hujan atau salji di dalam awan, dan turun kembali ke permukaan sebagai hujan. Air yang jatuh ke bumi terkumpul di

sungai, tasik, tanah, dan lapisan batu yang porous, dan kebanyakannya mengalir balik ke dalam laut, dan kembali tersejat (Huntington, 2006).

Hujan atau kerpasan dalam kitaran air ialah air tawar yang kembali ke bumi dan menjadi sumber semula jadi yang terhad. Namun, sumber semula jadi yang berharga ini selalu hilang akibat tindakan manusia yang tidak berfikiran jauh seperti digambarkan di bawah:

- (1) Larian air ribut, rimba dan hutan berfungsi sebagai kawasan tadahan air dalam kitaran air – apabila pokok hutan ditebang kerana kayu balaknya, air hujan tidak disimpan dan berlaku larian cepat di permukaan.
- (2) Penghapusan tanah bencah dan tasik – tanah bencah dan tasik sering diubah menjadi tanah pertanian lalu menidakkan sifatnya sebagai takungan air yang asli. Oleh itu, air tawar hilang ke laut.
- (3) Pengeksploitasi air bawah tanah – bekalan air diambil daripada sistem akuifer dengan cara tidak mampan, iaitu pengambilan melebihi imbuhan semula jadi hingga menyebabkan kekurangan air pada masa hadapan.
- (4) Air yang hilang melalui paip bocor.
- (5) Pencemaran sungai dan tasik – air tercemar tidak boleh digunakan menyebabkan pembaziran air.
- (6) Kegunaan berlebihan untuk pengairan pertanian dan penggunaan industri sehingga keseimbangan ekosistem terjejas teruk.

*Kepentingan Air: Air Nadi Kehidupan*

Malaysia kaya dengan sumber air, dengan purata hujan sebanyak 3000 mm. Sebanyak 98% daripada air ini berasal dari anak sungai dan sungai dan baki 2% disumbang oleh air tanah (Chan, 2004), manakala sebanyak 92% rakyat Malaysia mendapat akses kepada bekalan air terurus (Projek Borgen) diganding pula dengan tarif air yang rendah (Kamarudin, 2020). Oleh itu, ketiadaan air tidak pernah disedari dan rakyat Malaysia seakan tidak kenal erti mutiara kata “Air Nadi Kehidupan”. Namun begitu, kekurangan air di Malaysia bukanlah perkara luar biasa, negeri seperti Perlis, Kedah, Pulau Pinang, Melaka and Selangor tidak berdikari dalam bab pembekalan air (Akademi Sains Malaysia, 2014). Di kawasan kering dan separa-kering, kekurangan air boleh mendatangkan kesan sosial dan ekonomi yang teruk (Petruzzello, 2021).

**Kesan Sosial:**

- (1) Jam-manusia hilang – air diperlukan oleh setiap isi rumah untuk minum, memasak, membasuh, mandi, dsbnya. Di kawasan kekurangan air, banyak masa digunakan untuk mengumpul air mengakibatkan kekangan peluang pendidikan dan ekonomi.
- (2) Sewaktu kekurangan air, air digunakan secara berjimat cermat untuk tujuan penting seperti memasak dan minum. Aktiviti seperti mandi dan pembersihan mungkin terpaksa dilupakan menyebabkan keadaan tidak bersih dan kemerosotan keadaan kesihatan.
- (3) Peluang pekerjaan terhad – perniagaan berkembang maju di kawasan dengan bekalan sumber air yang banyak sahaja.

- (4) Produktiviti rendah daripada aktiviti pertanian. Produktiviti tanah berpengairan hampir 3 kali lebih banyak daripada tanah hanya disirami hujan (FAO, 2010).
- (5) Pendapatan boleh guna isi rumah rendah – ramai orang yang tinggal di kawasan kekurangan air adalah miskin tegar.

Kesan Ekonomi:

- (1) Aktiviti pertanian berkurang – akibat hasil yang rendah menyebabkan berkurangnya kawasan bercucuk tanam, kurang giatnya kerja penanaman.
- (2) Tidak kondusif untuk melombong dan aktiviti industri disebabkan kurang sumber air.
- (3) Tidak kondusif untuk aktiviti komersial dan perniagaan kerana komunitinya ketinggalan, kurang berpendidikan dan dihimpit kemiskinan.

#### *Air dan Pembangunan Mampan*

Sumber air dikaitkan secara kritis dengan pembangunan sosio-ekonomi manusia seperti dipaparkan dalam pembangunan setiap tamadun kuno, yang berhampiran dengan sumber air (Yevjevich, 1992). Lebih banyak sumber air menunjukkan prospek lebih baik bagi pembangunan, atau dengan kata lain had pembangunan ditentukan oleh jumlah sumber airnya. Oleh itu, pembangunan mampan, iaitu, “pembangunan yang memenuhi keperluan masa kini tanpa menjejaskan kebolehan generasi akan datang untuk memenuhi keperluan mereka” amat ditekankan. Dalam SDG Air (Matlamat Pembangunan Mampan (Sustainable Development Goal)) PBB, yang menjadi sasarannya ialah manusia sihat, peningkatan kemakmuran dan pemuliharaan ekosistem.

#### **Kajian Kes / Kisah Kejayaan Digunakan sebagai Bahan Mengajar untuk Pelajar Sains Sosial**

##### *Kajian Kes 1: Penggunaan Air Tanah Tidak Mampan di Bangkok, Thailand*

###### *Gambaran Keseluruhan*

Bandar Raya Bangkok dan enam daerah bersebelahan, iaitu Samut Prakan, Nonthaburi, Pathumthani, Nakhon Pathom, Samut Sakhon, dan Ayutthaya telah mengalami pemendapan tanah selama empat dekad lalu. Punca pemendapan ini disebabkan terlebih pengeluaran air tanah, yang berlaku sejak pertengahan tahun 1950 (Babel *et al.*, 2006).

Pada mulanya, air tanah dikeluarkan untuk menambah bekalan air tanah yang tidak mencukupi untuk kegunaan awam bagi memenuhi peningkatan mendadak permintaan air. Kegagalan menangani peningkatan permintaan telah mengakibatkan banyak perigi persendirian telah digali tanpa kawalan kerajaan untuk kegunaan isi rumah dan industri. Dianggarkan sehingga 1976, di wilayah Bangkok dan majlis perbandaran bersebelahan Nonthaburi dan Samut Prakan, pengeluaran air telah mencapai 937,000 meter padu sehari berbanding hanya 8,360 meter padu sehari

pada 1954. Tahap pengeluaran memuncak kepada lebih kurang 2 juta meter padu sehari pada 2011 oleh perigi persendirian; manakala perigi awam telah berkurangan semenjak pelaksanaan langkah di bawah program Pengurangan Krisis Air Tanah dan Pemendapan Tanah di Metropolis Bangkok bertujuan menghentikan secara berperingat-peringkat perigi dalam yang dilaksanakan pada 1983.

### *Akibat Pengeluaran Air Tanah Tidak Mampan*

Pengeluaran air tanah yang keterlaluan melebihi imbuhan semula jadi telah mengakibatkan pengurangan air bawah tanah yang mendadak, penurunan kualiti air, pemendapan tanah dan isu berkaitan dengan pemendapan tanah seperti banjir di kawasan rendah berhampiran pantai sewaktu air pasang, dan kerosakan kepada sistem perparitan, terusan pengairan, pemetung sanitari dan tetambak.

### *Langkah Pengurangan*

Seperti yang dinyatakan sebelum ini, pemberhentian perigi dalam secara berperingat-peringkat telah dilaksanakan melalui program “Pengurangan Air Tanah. Krisis dan Pemendapan Tanah di Metropolis Bangkok” pada 1983 untuk memulihkan paras piezometri (paras air tanah), pemantauan paras air tanah, augmentasi penyimpanan air tanah melalui imbuh buatan, membina kawasan industri jauh dari kawasan kekurangan air dan memindahkan kilang yang banyak bergantung pada air tanah.

### *Kesimpulan*

Dinamik sistem pelbagai akuifer, dan perlakuan imbuh buatan perlu difahami untuk membentuk sistem pengurusan air tanah bagi kemampuan operasi. Perlaksanaan ketat peraturan kawal selia dan perundangan diperlukan bagi pengurusan sumber air yang berkesan. Penilaian sosio-ekonomi mendalam mempengaruhi pihak berkepentingan dan pengurusan sisi permintaan.

### *Kajian Kes 2: Pencemaran Sungai di Selangor, Malaysia*

#### *Gambaran Keseluruhan*

Kejadian pencemaran air di Sungai Selangor telah mengakibatkan penggantungan kerja di loji rawatan air sebanyak empat kali tahun ini dan gangguan bekalan air kepada jutaan pengguna. Pencemaran air ini disebabkan oleh pelepasan haram efluen, lambakan bahan kimia, yang mengakibatkan pencemaran sumber air mentah (Zainuddin, 2020).

#### *Kesimpulan*

Seperti situasi di Thailand, kepercayaan peribadi bahawa pelaksanaan ketat peraturan kawal selia dan perundangan diperlukan untuk memastikan pematuhan kepada peraturan dan pengawalan bagi mengelakkan pencemaran dan kontaminasi sumber air. Tanpanya, industri ataupun individu masih percaya bahawa mereka tidak akan ditangkap sekiranya menyalahi peraturan dan pengawalan dan jika mereka tertangkap, mereka akan bebas tanpa dihukum atau hanya menerima hukuman ringan.

### Kajian Kes 3: Penuaian kabut di Chungungo, Chile

Perkampungan kecil perikanan ini dengan populasi 300 orang di Chungungo, Chile merupakan salah satu tempat terkering yang sesuai didiami di dunia. Dahulunya penduduk kampung ini pernah membayar mahal untuk air yang dibawa dengan trak dari kawasan lain di negara itu. Tetapi Chungungo mempunyai keadaan topografi dan geografi yang baik, dengan menerima kabut dari lautan Pasifik, oleh itu, mereka dapat memperkenalkan sistem penuaian kabut pada 1987 (*Fog Catchers*, 2004).

Pada 1992, sistem itu telah berfungsi dengan cukup baik dengan menyalirkan air melalui paip ke perkampungan itu dan cubaan untuk menanam buah-buahan dimulakan serta taman awam telah dibuat. Projek ini berjaya bagi perkampungan ini dengan akhirnya memberhentikan trak penghantaran air. Harga air juga telah menurun dan menjadi mampu milik walaupun bagi isi rumah miskin.

Namun demikian, projek ni terbengkalai beberapa tahun lepas apabila populasi meningkat daripada 300 kepada 900 orang.

Sesungguhnya, projek ini “Membuka mata, membuka minda” bagi rakan senegara Malaysia yang menikmati keadaan hidup yang sangat baik. Oleh itu, usaha membawakan air yang selamat dan bersih ke setiap ceruk Malaysia sepertimana Sasaran Pembangunan Mampan (SDG) 6 adalah sesuatu yang boleh dicapai.

### Kajian Kes 4: Projek W.A.T.E.R

Projek Bekerja dengan Aktif Melalui Pendidikan dan Rehabilitasi (*Working Actively Through Education & Rehabilitation* (W.A.T.E.R)) ialah satu inisiatif oleh SPARK Foundation dengan sokongan Global Environment Centre. Dimulakan pada awal Disember 2007, projek ini bekerjasama dengan agensi kerajaan berkenaan dan dengan sokongan komuniti setempat. Projek W.A.T.E.R ini bertujuan mendidik orang awam tentang kepentingan air, dan “mengapa” dan “bagaimana” untuk memulihara dan melindungi puncanya (<http://www.waterproject.net.my/>).

## **Aktiviti Kampus Melibatkan Penyertaan Pelajar bagi Meningkatkan Pengetahuan Mereka Tentang Pengurusan Sumber Air Mampan**

### Aktiviti Cadangan 1: Wise Water Way

Tujuan: Untuk meningkatkan pengetahuan dan kesedaran siswazah tentang penggunaan air di institusi besar dan merangka strategi untuk penjimatan air.

Khalayak Sasaran: Mahasiswa tahun 1 Sains Sosial.

Objektif:

1. Peserta akan menyiasat tempat air digunakan di institusi besar (tumpukan pada kawasan signifikan sahaja).

2. Peserta akan dapat mengenal pasti sama ada air digunakan dengan berhemah ataupun tidak (elemen pembaziran).
3. Peserta akan mencadangkan cara untuk mengurangkan pembaziran air.
4. Peserta akan mencadangkan sumber air alternatif untuk mengurangkan penggunaan air.

*Aktiviti Cadangan 2: Give River A Hand*

Tujuan: Untuk meningkatkan pengetahuan dan kesedaran siswazah tentang Pengurusan air dan Keterlibatan Komuniti

Khalayak Sasaran: Siswazah Sains Sosial dan Komuniti Setempat

Objektif:

1. Peserta memantau persekitaran sungai angkat seperti ciri fizikal dan kehidupan akuatik serta kualiti air. Mendidik dan meningkatkan pengetahuan komuniti dalam perlindungan sungai.
2. Menyertai pembersihan sungai.

**Cadangan Penyelesaian dan Strategi untuk Meningkatkan Kesedaran dan Pengetahuan Pelajar Sains Sosial dalam Menggalakkan Pengurusan Sumber Air Mampan**

1. Menjalankan kajian tentang Tahap Kesedaran Pengurusan Sumber Air antara Pelajar Universiti. Kajian ini melibatkan pengagihan borang kaji selidik kepada pelajar universiti untuk menguji pengetahuan mereka tentang sumber air, kepentingan air, amalan penjimatan air dan tabiat penggunaan air individu. Berdasarkan hasil soal selidik, program pendidikan khusus akan dirumuskan untuk meningkatkan dan memperbaiki kekurangannya.
2. Menjalankan kajian dalam institusi berkenaan dengan penggunaan airnya, kewujudan pembaziran, dan cadangan penyelesaian untuk mengurangkan pembaziran atau sumber air alternatif. Setelah selesai aktiviti di atas, pelajar telah dilengkapi dengan pengetahuan tentang pengurusan sumber air, serta secara individu peka dengan kegunaan air dan juga boleh menyumbang kepada komuniti.

**Kesimpulan**

Penulisan ini telah menjelaskan kepentingan untuk menggabungkan sains sosial ke dalam pengurusan sumber air. Kebanyakan apa yang perlu dilakukan oleh pelajar universiti untuk mencapai kejayaan pelaksanaan memerlukan kemahiran sains sosial untuk menterjemah maklumat sosial dan institusi ke dalam aktiviti program yang boleh dijalankan. Perubahan paradigma, intervensi teknologi, kemungkinan perubahan institusi, digandingkan dengan penyertaan komuniti, penjimatan dan penggunaan semula air; memberikan pendekatan menyeluruh dan langkah-langkah yang boleh dilaksanakan untuk pengurusan sumber air mampan.

## Rujukan

- Akademi Sains Malaysia. (2014). A Study on the Current Status and Needs Assessment of Water Resources Research in Malaysia (Jld 2). *ASM Position Paper 2/2014*. Diambil daripada [http://www.asmm.org.my/Portals/0/Downloads/Water%20R&A%20Position%20Paper\\_e.pdf](http://www.asmm.org.my/Portals/0/Downloads/Water%20R&A%20Position%20Paper_e.pdf)
- Amaral, L. P., Martins, N., & Gouveia, J. B. (2015). Quest for a sustainable university: a review. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(2), 155 – 172. Diambil daripada <http://dx.doi.org/10.1108/IJSHE-02-2013-0017>
- Babel, M. S., Gter upta, A. D., & Domingo, N. D. S. (2006). Land subsidence: A consequence of groundwater over-exploitation in bangkok, Thailand. *International Review for Environmental Strategies*, 6(2), 307-328.
- Chan, N. W. (2004). A Critical Review of Malaysia's Accomplishment on Water Resources Management Under AGENDA 21. *Malaysian Journal of Environmental Management* 5, 55-78.
- Cooper, R., Chenail, R. J., & Fleming, S. (2012). A Grounded Theory of Inductive Qualitative Research Education: Results of a Meta-Data-Analysis. *The Qualitative Report*, 17(52), 1-26. Diambil daripada <https://nsuworks.nova.edu/tqr/vol17/iss52/3>
- Cortese, A. D. (2012). Promises made and promises lost: A candid assessment of higher education leadership and the sustainability agenda. In J. Martin, J. E. Samels, & et al. (Eds.), *The sustainable university: Green goals and new challenges for higher education leaders* (pp. 17-31). Baltimore: The Johns Hopkins University Press. Retrieved from: [https://books.google.com.my/books?id=DZoAhumL8vQC&lpg=PT14&dq=Anthony+Cortese+sustainability+education+book+chapter&pg=PT29&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.my/books?id=DZoAhumL8vQC&lpg=PT14&dq=Anthony+Cortese+sustainability+education+book+chapter&pg=PT29&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Edokpayi, J. N., Odiyo, J. O., & Durowoju, O. S. (2017). Impact of Wastewater on Surface Water Quality in Developing Countries: A Case Study of South Africa. Dalam Hlanganani Tutu, *Water Quality* (IntechOpen). Diambil daripada <https://www.intechopen.com/books/water-quality/impact-of-wastewater-on-surface-water-quality-in-developing-countries-a-case-study-of-south-africa>
- Fog Catchers (2004, July 13). Case Studies: Harvesting water from the sky. *Thirst*. Diambil daripada <http://archive.pov.org/thirst/harvesting-water-from-the-sky/2/>
- Food and Agriculture Organisation (FAO), United nation. (2010). Water use in agriculture. Diambil daripada <http://www.fao.org/ag/magazine/0511sp2.htm>
- Huntington, T. G. (2006). Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis. *Journal of Hydrology*, 319, 83–95
- Kamarudin, K. (2020, February 24). Changing consumer attitudes towards water. BERNAMA.com. Diambil daripada <https://www.bernama.com/en/features/news.php?id=1816022>



- Karleusa, B., Deluka-Tibljac, A., Ozanic, N., & Ilic, S. (2009). The Role of Higher Education in Developing Awareness about Water Management. *International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering Ohrid/Macedonia* (1-5 September 2009), Paper: A17. Diambil daripada [fail:///Users/yewwongchin/Downloads/The\\_Role\\_of\\_Higher\\_Education\\_in\\_Developing\\_Awarene%20\(1\).pdf](fail:///Users/yewwongchin/Downloads/The_Role_of_Higher_Education_in_Developing_Awarene%20(1).pdf)
- Lee, H., & Tan, T. P. (2016). Singapore's experience with reclaimed water: NEWater. *International Journal of Water Resources Development*, 32(4), 611-621.
- Manish Thimmaraju, Divya Sreepada, Gummadi Sridhar Babu, Bharath Kumar Dasari, Sai Kiran Velpula and Nagaraju Vallepu (September 19th 2018). Desalination of Water, Desalination and Water Treatment, Murat Eyvaz and Ebubekir Yüksel, IntechOpen. Diambil daripada <https://www.intechopen.com/books/desalination-and-water-treatment/desalination-of-water>
- Mazziotta, M., & Pareto, A. (2013). Methods for constructing composite indices: One for all or all for one. *Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica*, 67(2), 67-80.
- National Water Commission. (2012). Groundwater essentials. Australian Government. Diambil daripada [http://ictinternational.com/content/uploads/2016/02/Groundwater\\_essentials1.pdf](http://ictinternational.com/content/uploads/2016/02/Groundwater_essentials1.pdf)
- Petruzzello, M. (2021, Februari 3). Water scarcity. Britannica Online. Diambil daripada <https://www.britannica.com/topic/water-scarcity>
- Starzec, M., Dziopak, J., & Sły's, D. (2020). An Analysis of Stormwater Management Variants in Urban Catchments. *Resources*, 9(19), 1-17.
- Stenseke, M., & Larigauderie, A. (2018). The role, importance and challenges of social sciences and humanities in the work of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services (IPBES). *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 31(sup1), S10-S14.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- W.A.T.E.R Project. Diambil daripada <http://www.waterproject.net.my/>
- Yevjevich, V. (1992). Water and Civilization. *Water International* 17(4), 163-171.
- Zainuddin, D. (2020, November 11). Selangor River Pollution: What you need to know right now. *Astro Awani Online*. Diambil daripada <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/selangor-river-pollution-what-you-need-know-right-now-267963>

#### **4.7.2 Cabaran dan Peluang Pengurusan Lembangan Tasik Bersepadu (Integrated Lake Basin Management (ILBM)) untuk pengurusan sumber air mampan di Universiti-universiti di Malaysia – ditulis oleh Dr. Mohd Yusoff Ishak, UPM**

Kompleksiti isu pengurusan air kerap mendedahkan bahawa sumber air telah dipisahkan ke dalam segmen tersendiri seperti tasik, sungai dan air tanah. Dalam realiti, setiap jasad air ini berhubung kait; mengurangkan air tanah contohnya, boleh menjurus kepada peningkatan permintaan air yang mungkin mengurangkan kuantiti air dalam alam sekitar lalu menjurus kepada peningkatan kepekatan bahan pencemar dan penurunan kualiti air. Agenda untuk Matlamat Pembangunan Mampan 6.5 Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu 2030 untuk ‘melaksanakan Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM) di semua peringkat merungkai keperluan penyertaan minda orang muda. Sebagai bakal pemimpin kita, belia mempunyai perbezaan sosial unik dalam strata sosial mereka dan sedang menghadapi cabaran yang besar disebabkan bilangan mereka yang besar dalam data demografi. Walau bagaimanapun, masih ada kekurangan pendedahan untuk mengenalkan secara sistematik ilmu pengetahuan IWRM sedia ada kepada belia di Malaysia tentang pengurusan sumber air mampan. Dengan memanfaatkan banyaknya tasik di kampus mereka, penulisan ini membincangkan platform untuk tujuan praktikal dan pelaksanaan IWRM dan Pengurusan Lembangan Tasik Bersepadu (ILBM) dan menerangkan kepentingan menyepadukan belia ke dalam strategi-strategi ini untuk menggalakkan pendedahan bagi pengetahuan silang, merentasi pelbagai disiplin dan kerjasama dalam pengurusan ekosistem akuatik.

#### **Pengenalan**

Di Malaysia, perbincangan awam dan pendidikan universiti, penyesuaian kepada perubahan iklim global dan pengurangan kesannya cenderung mendominasi persoalan berkaitan dengan kualiti air dan keadaan ekosistem akuatik. Namun, air bukan sekadar prasyarat untuk kehidupan di dunia dan banyak aktiviti ekonomi, malah merupakan topik yang mempunyai potensi didaktik yang besar (Karthe et al., 2016).

Ekosistem akuatik seperti tasik mempunyai fungsi alam sekitar yang relevan seperti memelihara sumber dan mengawal perkhidmatan. Tanah bench menambah baik kualiti air dengan memerangkap enapan, menapis bahan pencemar dan meresap nutrien sementara tasik membekalkan air untuk kegunaan dan pengairan, kawasan untuk menangkap ikan dan sumber makanan lain, dan aktiviti rekreasi seperti memancing, menaiki bot dan berenang. Kedua-dua fungsi ini memainkan peranan utama dalam pengawalan banjir dan pencegahan kemarau.

Meskipun faktor ini sangat penting untuk memenuhi keperluan manusia untuk hidup, air tawar mewakili peratusan terkecil daripada jumlah air di atas planet kita. Tasik mengandungi 50.01 % daripada semua air di permukaan Bumi, atau 49.8% air tawar permukaan cecair (Bhateria dan Jain, 2016). Tasik menambah secara signifikan kepada kepelbagaian biologi atas Bumi dan bertindak sebagai kawasan mencari makan penting bagi banyak haiwan daratan dan unggas air. Kepentingan dan luasnya

jasad air daratan merentangi lanskap semakin dihargai dengan lebih banyak penyelidikan multidisiplin dengan pelbagai metodologi dilakukan.

Kawasan pembendungan seperti tasik adalah penting dan memainkan pelbagai peranan ekologi. Ciri ini memperlahankan secara signifikan kadar pengangkutan air, bahan terlarut dan zarah dari darat ke laut; meningkatkan kehilangan air melalui penyejatan; menukar kadar, laluan dan lokasi tindak balas kimia dalam air tawar; dan mengganggu habitat akuatik air tawar dengan memecahkan aliran air ke lautan (cth. Dynesius dan Nilsson, 1994, Graf, 1999, Vörösmarty dan Sahagian, 2000).

Semakin ramai penulis menonjolkan peranan 'jasad air kecil' (ditakrifkan secara kasar/longgar yang mempunyai kawasan permukaan lebih kecil daripada anggaran  $10^4\text{m}^2$ ) yang walaupun saiznyabegitu, mungkin signifikan kepada enapan dan pelonggokan karbon enapan (cth. Mulholland dan Elwood, 1982; Dean dan Gorham, 1998, Stallard, 1998, Smith et al., 2001). Tasik semakin diakui penting dalam kitaran geokimia global (Cole *et al.* 2007), nampaknya membuat sumbangan besar yang tidak seimbang, dari segi kawasan, sebagai kawasan tadahan karbon (Dong *et al.* 2012).

Satu kesan khusus takungan ialah penambahan pemerangkapan enapan yang dibawa oleh sungai ke arah lautan (Trimble dan Bube, 1990). Dalam kes Sungai Colorado, sebagai contoh, pembendungan telah mengurangkan penghantaran enapan ke Teluk California sebanyak ~100 kali ganda (Smith et al., 2002). Pemuatan tinggi nutrien ke dalam tasik telah mengakibatkan air keruh, berlebihan rumpai, selalunya toksik, cyanobacteria dan kehilangan kepelbagaian biologi (Jeppesen *et al.* 2000).

Bagaimanapun, tindakan dan aktiviti manusia kerap mengganggu struktur biotop, menyebabkan pencemaran organik dan banyak ekosistem akuatik dunia menjadi berpecah-pecah. Disebabkan pertumbuhan ekonomi yang pesat dan pertambahan populasi, sumber air menjadi satu isu paling ketara yang dihadapi oleh kawasan bandar di negara membangun. Contoh aktiviti manusia, antara lain: pelupusan kumuhan manusia dan haiwan, pembakaran bahan api fosil dan penggunaan baja buatan, menjadi punca eutrofikasi tasik (Davidson dan Jeppesen, 2013).

Pengenalpastian dan penyelidikan penurunan dalam kualiti air berkaitan dengan peningkatan pemuatan nutrien mempunyai sejarah yang agak panjang (Moss, 1977). Ancaman global yang baru dan sedang muncul, seperti pencerobohan biologi, perubahan iklim, penggunaan tanah yang giat dan kekurangan air telah menambah impak dan membahayakan kemampuan masa depan tasik dan takungan. Peningkatan tekanan air akibat perubahan iklim di seluruh dunia sangat merumitkan pengurusan sumber air yang betul.

Bagi menangani ancaman ini, pandangan multidimensi tentang pengurusan dan perlindungan tasik diperlukan. Pendekatan menyeluruh perlu merangkumi bukan sahaja pembangunan masyarakat dan ekonomi tetapi juga mengambil kira impak negatif pertumbuhan ini ke atas alam sekitar, dengan itu, keseimbangan antara

manusia, keuntungan dan dimensi planet boleh dikekalkan untuk mencapai masa depan yang mampan.

Berdasarkan pemahaman tentang apa yang menyebabkan eutrofikasi dan kesannya, banyak negara telah memperkenalkan pendekatan bersepadu kepada Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM) ke dalam dasar mereka. Langkah ini juga adalah respons kepada saling kebergantungan antara hidrologi, sosial, ekonomi dan persekitaran yang berlaku di kawasan tadahan sungai, tasik dan akuifer. IWRM ialah satu penyelesaian bersegi-segi mengandungi aspek politik, sosioekonomi, institusi dan persekitaran. Pembangunan dan pengurusan yang bersepadu di dalam negara ini boleh menutup jurang dalam pengetahuan sumber air dan menyumbang kepada kejayaan pengurusan air, dengan kesan penting kepada masa depan negara ini.

Penulisan ini bertujuan mengenal pasti dan menganalisis cabaran dan peluang bagi pengurusan sumber air mampan dengan tertumpuan kepada tasik-tasik di Malaysia dari persektif belia terutamanya melihat kepada platform yang wujud di universiti awam. Isu sumber air, kesedaran, sikap dan amalan Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM)/ Pengurusan Lembangan Tasik Bersepadu (ILBM) di Malaysia juga akan dibincangkan.

Hipotesisnya ialah pelajar pada peringkat tinggi mempunyai lebih banyak pendedahan kepada isu alam sekitar, dengan demikian, membawa kepada hati nurani dan sikap lebih baik terhadap alam sekitar. Antara isu utama yang dihadapi oleh belia berkaitan dengan kesedaran dan kemudiannya akan membawa kepada corak penggunaan sumber air mereka yang tidak mampan. hal ini mungkin disebabkan kurangnya pendedahan, kesedaran dan pemahaman tentang pengurusan sumber air mampan. Oleh itu, penulisan ini akan meneroka platform untuk pendidikan amali bagi isu alam sekitar untuk membimbing pelajar meletakkan IWRM dalam amalan.

Pengenalan Agenda 2030 untuk Pembangunan Mampan pada 2015, tidak seharusnya dilihat sebagai usaha merendahkan IWRM . Sebenarnya, institut pengajian tinggi telah menunjukkan peningkatan komitmen mereka dengan menyokong inisiatif SDG untuk memuji IWRM. Penekanan PBB sekarang ke atas usaha menilai pelaksanaan IWRM melalui berbilang indikator termasuk institusi akan meluaskan pemahaman kita tentang IWRM dan pautan dengan SDG lain.

### **Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM)**

IWRM selalu ditakrif secara amali yang bermaksud penyepaduan komponen pengurusan berkaitan air pada skala lembangan sungai. IWRM sebagai rangka kerja dirangka untuk meningkatkan pengurusan sumber air berdasarkan empat prinsip utama yang diterima pakai semasa Persidangan Air Dublin 1992 dan Kemuncak Pembangunan Mampan Rio de Janeiro. Prinsip-prinsip ini menyatakan bahawa: (1) air tawar ialah sumber terhad dan terdedah yang penting untuk kelangsungan hidup, pembangunan, dan alam sekitar; (2) pengurusan dan pembangunan air seharusnya berdasarkan pendekatan penyertaan, melibatkan pengguna, perancang, dan penggubal dasar pada semua peringkat; (3) wanita memainkan peranan utama dalam

peruntukan, pengurusan, dan perlindungan air; dan (4) air mempunyai nilai ekonomi dalam semua kegunaan bersaingnya dan patut diperakui sebagai komoditi ekonomi (ICWE, 1992).

IWRM difahamkan sebagai 'satu proses yang menggalakkan pembangunan dan pengurusan terselaras air, tanah dan sumber berkaitan bagi memaksimumkan kebaikan sosial dan ekonomi dengan cara saksama tanpa menjejaskan kemampuan ekosistem penting' (GWP, 2000; Benson *et al.*, 2020). IWRM, oleh itu, bukan penerangan preskriptif tentang cara air patut diurus, tetapi rangka kerja meluas dengan keadaan pembuat keputusan boleh bekerjasama memutuskan matlamat pengurusan air dan menyelaraskan penggunaan instrumen berbeza untuk mencapainya (Lenton dan Muller, 2009).

Ciri sosio-ekonomi, konteks politik dan persekitaran berbeza untuk setiap negara, justeru, bukan hanya ada satu pelan pembangunan bagi IWRM malah pelan yang boleh disesuaikan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi mengikut konteks tempatan (Pahl-Wostl *et al.*, 2011). Walau bagaimanapun, tidak sepatutnya dianggap bahawa sentiasa adanya penggantian antara matlamat ini, dan pendekatan yang lebih bersepadu kepada pengurusan keselamatan air boleh membantu mencapai hasil menang-menang yang menggalakkan lebih dari satu matlamat. Akibatnya, matlamat IWRM berbeza merentas negara dan pemberat berbeza diletakkan atas kepentingan impak ekonomi, alam sekitar, dan sosial. Walaupun perbezaan dalam pelaksanaan merentas negara boleh membuatkan IWRM sukar untuk ditakrifkan, namun perbezaan ini boleh dicirikan secara meluas melalui beberapa trend utama.

Arah dan kawal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menggabungkan bahagian permintaan menggunakan instrumen ekonomi.</li></ul>
Pembangunan mampan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kesedaran tentang kemampuan serta penggabungan pertimbangan sosial dan alam sekitar.</li></ul>
Atas ke bawah, berpusat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ke arah pendekatan fleksibel, tidak berpusat melibatkan struktur tadbir urus.</li></ul>

Pertamanya, telah ada kecenderungan untuk bertukar dari instrumen arah-dan-kawal yang berfokus kepada pengurusan pembekalan air, seperti infrastruktur air berskala besar, kepada penggabungan pengurusan permintaan melalui penggunaan instrumen ekonomi.

Keduanya, IWRM telah meningkatkan kesedaran tentang pentingnya pembangunan mampan serta penggabungan aspek sosial dan persekitaran ke dalam pengurusan air.

Ketiga, IWRM juga cenderung berubah daripada pendekatan berpusat, atas ke bawah berkenaan dengan keselamatan air kepada pendekatan yang lebih fleksibel, terpecah yang melibatkan pelbagai struktur tadbir urus pada peringkat tempatan, lembangan, kebangsaan dan transnasional.

Rangka kerja IWRM telah meningkatkan penekanan ke atas kerjasama pihak berkepentingan dan keterlibatan komuniti setempat dalam membuat keputusan. Beberapa manfaat kerjasama yang lebih meluas termasuk: menggabungkan pengetahuan terkhusus; menggalakkan penyelesaian lebih inovatif kepada masalah disebabkan kepelbagaian pandangan yang lebih besar; menggalakkan kerjasama dan mengurangkan risiko konflik berkenaan dengan sumber air; dan merangka penyelesaian yang lebih terbuka, inklusif, dan demokratik, dengan itu menjana sokongan lebih meluas dan menjurus kepada hasil yang lebih mampan (Loux, 2011)

Perkongsian Air Global (GWP, 2009), telah membentuk satu 'kotak alatan' berdasarkan senarai semak tindakan: menubuhkan sistem pengurusan lembangan sungai; mentakrif peranan organisasi lembangan sungai; menggerakkan kewangan; memastikan penyertaan pihak berkepentingan; perancangan strategik dan membangunkan pelan tindakan pengurusan; menubuhkan sistem maklumat dan pemantauan; dan komunikasi. Panduan tersohor berorientasikan proses untuk melaksanakan paradigma IWRM diberikan oleh GWP dan IWRM sekarang membentuk paradigma dominan untuk pengurusan air secara global (Allouche, 2016) akibat penyebaran globalnya (Benson *et al.*, 2020).

Matlamat 6 bagi SDG ialah 'memastikan ketersediaan dan pengurusan air mampan serta sanitasi untuk semua'. Disebabkan ciri rentas sektornya, IWRM berpotensi untuk bukan sahaja menyokong pencapaian SDG 6 tetapi juga SDG bukan berkaitan air yang lain, dengan bergerak melangkaui tumpuan pusat air semasanya kepada mengakui kepentingan sumber air kepada pembangunan mampan yang lebih meluas (Pires *et al.*, 2017).

Bartram *et al.*, (2018) berhujah bahawa kerana Sasaran 6.5 PBB tidak memberikan tafsiran konseptual tentang IWRM berdasarkan prinsip normatifnya, menjejak sumbangannya kepada pelaksanaan SDG menggunakan indikator sedia ada mungkin menjadi sukar. Ada baiknya diperhatikan bahawa Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu telah mengesyorkan IWRM sebagai pendekatan jelas dan mudah bagi mencapai Matlamat Pembangunan Millennium dalam Laporan Pembangunan Air Dunia 2006 (Anderson *et al.*, 2008).

Oleh itu, bagi tujuan pelaksanaan SDG, antara soalan menarik akan termasuk bagaimana Sasaran 6.5 boleh dinilai dan dipantau secara kuantitatif dan objektif dengan menggunakan prinsip utama IWRM dan bagaimana pelaksanaan Sasaran 6.5 menyokong SDG yang lebih meluas.

Sebilangan pekerja telah hadir untuk menawarkan penyelesaian kepada hal ini. Sebagai contoh, menurut Benson *et al.*, (2020) IWRM boleh digagaskan semula

dengan tujuan untuk mengukur secara objektif kemajuan SDG 6.5 yang boleh juga meluaskan sumbangan pendekatan pengurusan dengan SDG berkaitan seperti: membasmi kemiskinan (SDG 1); kelaparan sifar (SDG 2); mencapai kesaksamaan gender (SDG 5); mempromosi bandar raya mampan (SDG 11); memerangi perubahan iklim (SDG 13); melindungi kehidupan di bumi (SDG 15); menggalakkan masyarakat inklusif dan institusi bertanggungjawab (SDG 16); dan menyokong kerjasama global (SDG 17) sementara Gain *et al.* (2017) berhujah bahawa IWRM telah tertakluk kepada perkembangan signifikan parameter konseptualnya dalam norma dasar air negara dan antarabangsa, dengan istilah tersebut kini digunakan secara bertukar ganti bagi menandakan pelbagai model tadbir urus air.

Sasaran 6.1 SDG 6 yang merujuk kepada pemastian akses kepada air minuman, sementara menyatakan bahawa akses sedemikian seharusnya 'saksama' dan 'mampu milik' dan Sasaran 6.b, di bawah penyertaan pihak berkepentingan yang bertujuan menyokong dan menguatkan penyertaan komuniti setempat dalam mengurus air dan sanitasi; semuanya terkait dengan IWRM. Walaupun istilah 'penyertaan' di anggap satu lagi yang bersifat generik dengan amalan samar dan dibahaskant dalam beberapa kes dan lebih kerap disalahgunakan dalam pengurusan air global, namun hal ini patut dipandang sebagai satu peluang bagi warga tempatan di Malaysia untuk terlibat dalam mengurus jasad air khusus seperti tasik dan kolam.

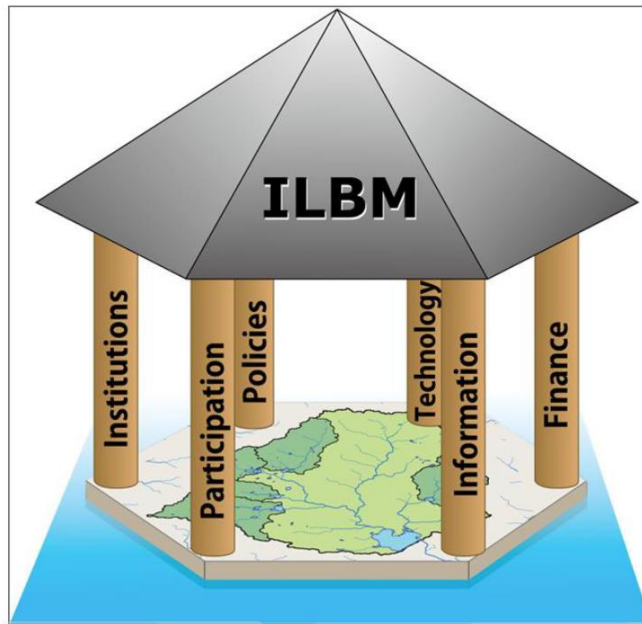
Maklumat utama tentang tasik di Malaysia boleh didapati di Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan Malaysia (NAHRIM). Bancian seluruh negara oleh NAHRIM mengandungi jasad air lakustrin pedalaman bagi negeri-negeri di Semenanjung dan Sabah dan Sarawak dari 2017. Namun, usaha perlu dibuat untuk menghitung jasad air diskrit yang tidak dikira dalam inventori sebelumnya terutamanya sekitar penampasan 1-km jasad air besar yang dikenal pasti dalam pangkalan data NAHRIM. Penampasan ini akan membolehkan kemasukan sedikit tasik lebih kecil dalam peta lokasi ciri air. Inventori Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan Malaysia menyatakan bahawa ~170 tasik seluruh Malaysia dengan takrifan empangan sebagai '...kolam signifikan dengan saiz 1 hektar.

Di Malaysia, kebanyakan jasad air adalah tiruan dan buatan manusia. Bilangannya sedang meningkat dan membentuk transformasi asas landskap negara ini semasa industri melombong intensif dan pertanian seperti kolam lombong tidak digunakan dan kolam penyimpanan untuk pengairan bekalan air masing-masing. Manakala ciri linear yang sebenarnya adalah anak sungai hendaklah dikecualikan, dataran banjir dengan ciri bermusim sebagai pengempang jasad air tetapi berfungsi sebagai sebahagian daripada sistem sungai-tasik, serta lagun pantai dan tanah bencah hendaklah juga dimasukkan. Apa yang juga perlu dimasukkan ialah tasik ladam dan legok yang selalunya terjadi di atas dataran banjir sungai besar yang menjurus kepada anggaran lebih baik jumlah bilangan, taburan dan luas jasad air kita.

### **Pengurusan Lembangan Tasik Bersepadu (Integrated Lake Basin Management (ILBM))**

Pengurusan Lembangan Tasik Bersepadu (ILBM) dibangunkan oleh ILEC (2007) sebagai panduan untuk pengurus tasik dan pihak berkepentingan mencapai pengurusan mampan tasik dan lembangannya. Rangka kerja konseptual ini mengandungi ciri biofizikal tasik dan keperluan pengurusan sistem lembangan tasik yang dikaitkan dengan sifat air lentik dan perubahan dinamikinya, kegunaan dan pemuliharaan sumber tasik dan lembangan. Selanjutnya, rangka kerja ini menggalakkan penambahbaikan tadbir urus lembangan tasik secara berterusan dengan menyepadukan enam tonggak bagi institusi, dasar, penyertaan, teknologi, maklumat dan kewangan.

Institusi diperlukan untuk mengurus sumber tasik dan lembangannya bagi semua pengguna lembangan tasik. Dasar perlu dibangunkan bagi mentadbir penggunaan sumber tasik oleh manusia dan impak mereka ke atas tasik. Keterlibatan pihak berkepentingan dalam pengurusan lembangan tasik serta pemerkasaan komuniti merupakan tonggak ketiga yang akan memperkukuh ILBM. Akhir sekali ialah kewangan mampan bagi menyokong semua aktiviti tersebut.



Rangka kerja ILBM dengan enam tonggak

ILBM framework with 6 pillars	Rangka kerja ILBM dengan enam tonggak
Institutions	Institusi
Participation	Penyertaan
Policies	Dasar
Technology	Teknologi
Information	Maklumat
Finance	Kewangan



Rajah di atas menunjukkan enam tonggak yang menyokong ILBM mewakili proses kitaran semasa pembangunan ILBM. Secara semulajadi satu atau lebih tonggak boleh terputus, pada keadaan di mana proses ini akan diulang berkali-kali sehingga semua tonggak boleh berdiri kukuh.

### **Kepentingan tasik dalam pengurusan sumber air**

Peranan jasad air telah lama tidak diendahkan, meskipun ada kemungkinan signifikannya kepada enapan dan pelambakan karbon enapan (Mulholland dan Elwood, 1982, Ritchie, 1989, Dean dan Gorham, 1998, Stallard, 1998, Smith *et al.*, 2002). Kadar hasil enapan khusus (eksport enapan daripada tadahan per unit kawasan tadahan) dan pemboleh ubah berkaitan, nisbah hantaran endapan (nisbah enapan dihantar ke saluran tadahan keluar kepada enapan terhakis dalam lembangan) cenderung untuk menurun dengan kenaikan kawasan lembangan (cth. Walling, 1983).

Jasad air di Malaysia, sebahagiannya, mewakili cubaan tempatan untuk mengimbangi 'kehilangan' semula jadi air dan memastikan air tersedia di kawasan tempatan. Strategi pengurusan ini mungkin berhasil di kawasan empangan; namun, kesan agregat lebih besar daripada perangkap air setempat ini adalah untuk meningkatkan penyejatan, bukannya membiarkan air ini mengalir ke hilir atau meresap (Smith *et al.*, 2002).

Pertambahan pantas enapan jasad air ini (terutamanya, tanah atas terhakis) tidak hanya menimbuskan bahan organik ke dalam lekuk topografi (yang kurang tertakluk kepada penggalian dan hakisan walaupun kolam tidak lagi ada), tetapi juga menyebabkan perubahan sistematik keadaan redoks dalam enapan lebih dalam yang seterusnya melambatkan pengoksidaan bahan organik (Schlesinger, 1997).

Penimbusan enapan pantas di dalam jasad air kecil, digabungkan dengan kedekatannya dengan manusia dan sumber pertanian dengan kandungan nutrien, akan mengakibatkan eutrofikasi dan input organik tinggi menyebabkan keadaan anoksia atau suboksia dan reaksi diagenetik yang sangat berbeza daripada jasad air lebih besar dengan penganapannya yang lebih perlahan (Smith *et al.*, 2002).

Tasik semula jadi dan buatan tidak menonjolkan peranan yang sama atas pelbagai sebab, namun kewujudan persekitaran mikro akuatik tetap di seluruh negara menjadi penting bagi kelangsungan hidup, migrasi dan pelanjutan pada masa hadapan pelbagai spesis, yang asli dan yang invasif. Keseimbangan air tempatan dan penganapan dipengaruhi oleh kawasan dan isipadu tasik manakala impak geokimia dan ekologi jasad air terus dipengaruhi juga.

Antara kesan jasad air ialah:

<b>Hidrologi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Meningkatkan penyejatan, mengurangkan pengaliran ke hilir</li><li>•Mengubah imbuan air bawah tanah,</li><li>•Agihkan semula tanah bench semula jadi yang hilang secara antropogenik</li></ul>
<b>Pengendapan</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Perangkap enapan yang signifikan;</li><li>•Lebih banyak pertambahan menegak dan pengambusan daripada jasad air yang besar</li></ul>
<b>Penyimpanan Air</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Kecerunan redoks, tindak balas diagenetik yang lebih kuat (contohnya, daripada bahan organik)</li><li>•Penyimpanan efemeral (antara dekad dengan abad)</li></ul>

### Matlamat Pembangunan Mampan (SDG)

Oleh sebab tasik dan takungan menyumbang secara signifikan kepada adanya air tawar dan kegunaannya, kemampuannya perlu dianggap penting kepada kejayaan Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) (Florke *et al.*, 2019). Matlamat pembangunan mampan (SDG) PBB mengumumkan pelaksanaan Agenda Pembangunan Mampan 2030, diterima pakai pada 2015 (UN, 2017). Sebanyak 17 matlamat, masing-masing diikuti dengan sasaran khusus, berjumlah 169, dan disokong oleh 232 petunjuk untuk memantau kemajuan (UN, 2017). Asalnya ditakrif dalam laporan Suruhanjaya Brundtland, Masa Depan Kita Bersama, sebagai pembangunan 'yang memenuhi keperluan masa kini tanpa menjejaskan keupayaan generasi akan datang memenuhi keperluan mereka sendiri' (WCED, 1987).

SDG mengambil pendekatan lebih holistik 'garis asas tigaan' kepada pembangunan mampan yang menggabungkan objektif alam sekitar dan sosio-ekonomi (Sachs, 2012). Pembangunan mampan telah berkembang menjadi objektif utama bagi penggubal dasar pada pelbagai peringkat meskipun ketaksaan atas tafsiran tepatnya (Baker, 2016; Mebratu, 1998; Redclift, 2005).

Sasaran 6.5 untuk melaksanakan 'pengurusan sumber air bersepadu (IWRM) di semua peringkat. Di bawah Sasaran 6.5, IWRM diukur dengan tahap pelaksanaan institusi negara dan, di lembangan merentasi sempadan, kadar kawasan tertakluk kepada kerjasama. Sasaran 6.b ditujukan untuk menyokong dan mengukuhkan komuniti tempatan dalam menguruskan air dan sanitasi. Sementara istilah 'penyertaan' bersifat generik dan amalan yang samar (Benson *et al.*, 2020).

### **Mengajar dan mempelajari tentang IWRM untuk pengurusan sumber air mampan**

Pelajar hari ini adalah pembuat keputusan hari esok. Oleh yang demikian, apa yang penting bagi universiti ialah menyediakan mereka untuk memikul tugas penting yang mendatang. Belia adalah kunci kepada kejayaan amalan pengurusan sumber air bersepadu dan mewakili pejuang alam sekitar generasi akan datang. Jurang dalam pengetahuan alam sekitar antara belia dan warga tua dalam negara ini mungkin menyumbang kepada isu ekologi atau masalah pengurusan alam sekitar, yang mengakibatkan pembangunan tidak mampan, dengan kesan serius kepada masa depan negara kita. Namun demikian, generasi muda boleh dilatih untuk membentuk tingkah laku berorientasikan kemampanan berdasarkan pengetahuan, nilai dan keyakinan peribadi secara individu dan juga kumpulan sosial (Potter, 2010). Oleh yang demikian, universiti membentuk kumpulan sasar yang sangat relevan bagi pembangunan keupayaan IWRM melalui pendidikan alam sekitar.

Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2015-2025 untuk Pendidikan Tinggi telah mensasarkan untuk (i) mengeluarkan siswazah holistik yang berciri keusahawanan dan seimbang, (ii) mempertingkatkan pengalaman pembelajaran pelajar, dan (iii) meluaskan kerjasama antara industri, agensi kerajaan dan komuniti.

Kekurangan pendidikan alam sekitar di kebanyakan negara membangun sebahagiannya disebabkan oleh ketakkukuhan kurikulum praktikal alam sekitar pensyarah untuk memberikan respons kepada isu alam sekitar masa kini IWRM. Sememangnya, pengetahuan alam sekitar pelajar pengajian tinggi yang rendah ada kaitannya dengan kekurangan dalam pengalaman praktikal pensyarah. Bagi merapatkan jurang pengetahuan ini, IWRM perlu disepadukan ke dalam kurikulum sarjana muda pada semua peringkat merentas universiti. Pengetahuan dan kesedaran tentang alat pengurusan alam sekitar seperti IWRM mesti terus diperjuangkan melalui teori dan kes amali untuk memaparkan dan menerangkan IWRM dalam persekitaran kurikulum yang mengambil pendekatan holistik. Konsep “belajar sambil membuat” yang menekankan ciri praktikalnya dan keberkesanan terhadap aspek kognitif dan afektif pelajar adalah pendekatan yang sesuai bagi IWRM. Hal ini terbukti daripada kajian tentang pengurusan sisa pepejal oleh Debrah *et al.*, (2021) yang menunjukkan bahawa pelajar peringkat menengah dan tinggi mempunyai sikap alam sekitar yang positif, dan kesedaran tinggi tentang isu alam sekitar, tetapi kekurangan pendidikan praktikal guru bagi membimbing pelajar untuk mempraktikkan pengetahuan tersebut.

Hal yang sama boleh dikisahkan tentang IWRM, iaitu pengetahuan alam sekitar pelajar yang rendah ada kaitannya dengan kekurangan pengalaman praktikal guru dalam IWRM. Apabila pengurusan sumber air bersepadu akan dilaksanakan di negara membangun atau negara transformasi, akan terdapat cabaran yang sama termasuk kekurangan kakitangan berkeelayakan dalam sektor air, dan kesedaran awam yang terbatas tentang masalah berkaitan air serta peranan masyarakat awam yang terbatas untuk penyelesaiannya (Borchardt *et al.*, 2013; Ibisch *et al.*, 2016; Leidel *et al.*, 2010).

Dari satu segi, banyak tasik di universiti semakin merosot disebabkan pegenapan, pencemaran, eutrofikasi, dan pengurangan kualiti dan kuantiti air. Dari segi yang lain, tasik di institusi pengajian tinggi digunakan terutama untuk tujuan aestetik dan rekreasi. Oleh itu, satu rangkaian melibatkan universiti boleh dibangunkan dengan tujuan untuk menarik minat pensyarah dan pelajar tentang idea pengurusan sumber air mampan.

### **Peranan kerja lapangan dan pengalaman secara amali SULAM dalam konteks IWRM/ILBM**

Dalam konteks universiti, air bukan hanya membenarkan pembelajaran interdisiplin dan pemerolehan kompetensi metodologi berkaitan, tetapi juga menawarkan peluang untuk pembelajaran secara amali di kawasan sekitar (contohnya, Karthe *et al.*, 2015) dan oleh yang demikian mengenalkan pelajar dengan topik mereka (Karthe *et al.*, 2016). Aktiviti pembelajaran di luar kelas memudahkan interaksi langsung pelajar dengan subjek kajian mereka dan memupuk rasa kagum terhadap alam semula jadi dan kesedaran berkenaan dengan masalah alam sekitar (Mannion *et al.*, 2013), aktiviti seperti SULAM dapat membantu mengurangkan jarak antara pendidikan akademik dengan kehidupan sebenar.

Sejajar dengan pembangunan global mengenai amalan impak tinggi, Kementerian Pendidikan (KPM) Malaysia telah meningkatkan kualiti pengajarannya dengan memperkenalkan amalan impak tinggi yang termasuk pembelajaran khidmat bakti atau lebih dikenali sebagai SULAM. SULAM ialah kaedah pengajaran dan pembelajaran yang merapatkan pengalaman kelas dengan aktiviti komuniti. Tujuan utama SULAM adalah untuk menghasilkan pelajar berpembangunan holistik melalui pembelajaran berasaskan pengalaman dan tugas terancang yang melibatkan penambahbaikan aset komuniti terpilih dan mencipta bersama pengetahuan. Pembelajaran khidmat bakti adalah antara strategi pedagogi untuk meningkatkan kemahiran pengajaran dan pembelajaran dan telah dikenal pasti sebagai satu Amalan Pendidikan Impak Tinggi (High-Impact Educational Practices (HIEPs)). HIEPs ialah teknik dan rekabentuk pengajaran dan pembelajaran yang telah terbukti bermanfaat bagi keterlibatan pelajar dan kejayaan pembelajaran antara pelajar dari pelbagai latar belakang. Hasil pembelajaran inovatif SULAM bertujuan meningkatkan pembelajaran pelajar dan merapatkan jurang pencapaian merentasi populasi pelajar.

Dalam program SULAM, 'pembelajaran berasaskan pengalaman' di lapangan dengan rakan komuniti disampaikan melalui strategi pengajaran yang selalunya menjadi satu kemestian bagi kursus ini. Aktiviti pembelajaran di luar kelas diakui mampu memperbaiki ciriperwatakan antaradisiplin dan disesuaikan untuk menyampaikan perspektif pelbagai dimensi dan holistik. Ide SULAM bertujuan mendedahkan pelajar kepada pengalaman langsung dengan isu yang sedang dipelajari dalam kurikulum dan dengan usaha berterusan untuk menganalisis dan menyelesaikan masalah dalam komuniti. Elemen utama dalam SULAM ialah memberikan peluang kepada pelajar mengaplikasikan apa yang dipelajari dalam persekitaran dunia sebenar dan membincangkan dalam persekitaran kelas akan pengalaman khidmat bakti mereka. Program-program ini menggambarkan idea bahawa menyumbang balik kepada

komuniti adalah hasil pendidikan peringkat tinggi yang penting, dan bekerja dengan rakan komuniti merupakan persediaan yang baik bagi jatidiri rakyat, pekerjaan dan kehidupan (Kuh, 2008).

Pembangunan tasik dan jasad air lain mesti menyokong akses mampan kepada kuantiti dan kualiti yang mencukupi yang banyak manfaatnya kepada masyarakat manusia, keharmonian alam sekitar dan kesejahteraan ekonomi. Oleh itu, banyaknya bilangan peserta dari pelbagai latar belakang pengajian di SULAM boleh memberikan peluang positif bagi membangunkan perkongsian tempatan melalui penggalakan kerjasama lebih besar dalam teknologi terjemahan sekitar pengumpulan dan analisis data tasik. Pelajar yang mempelajari dan mengaplikasikan data raya, pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan digandingkan dengan ahli sosiologi akan membuka peluang baharu dan merintis jalan untuk kemajuan pesat dalam aspek alam sekitar dan ahli sains sosial.

Bagi tujuan ini, kurikulum sedia ada, bahan pendidikan dan perkakas memantau boleh dimanfaatkan untuk kegunaan SULAM oleh pelajar. Oleh sebab universiti sekarang cenderung untuk memperkenalkan subjek SDG yang semuanya berkait dengan IWRM sebagai kursus asas, pensyarah yang berminat daripada semua disiplin yang relevan perlu diberikan latihan pelbagai disiplin yang memberikan mereka idea tentang cara menggalakkan pembelajaran cara eksplorasi dalam konteks air, tasik dan pengurusannya.

Dalam konteks pendidikan alam sekitar, sumber air dan ekosistem akuatik adalah topik yang sangat relevan (Kasimov *et al.*, 2013). Bagi tujuan mempelajari IWRM dan ILBM, jasad air di dalam dan di luar kampus akan menjadi sumber kajian kes empirik yang akan melibatkan pemerolehan pengetahuan kepada peringkat global dan menggambarkan potensi transformasi mampan yang holistik. Pengajaran dan pembelajaran IWRM menggunakan pengalaman sebenar berdasarkan senario setempat di kampus tasik masing-masing akan membolehkan pelajar dan pengajar menuju ke arah sumbangan yang boleh disahkan dan pragmatik kepada kemampanan pada peringkat tempatan dengan pandangan dunia peringkat global.

Secara ideal, lokasi untuk aktiviti pembelajaran di luar kelas seharusnya menunjukkan fenomena semula jadi atau buatan manusia secara autentik dan jelas dengan cara yang dapat dilihat oleh pelajar. Sebagai contoh, pelajar sains dan kejuruteraan boleh bekerjasama dengan komuniti setempat untuk mempertingkatkan kualiti air tasik mereka. Kerjasama ini akan membolehkan pelajar menangani isu kompleks dalam pengurusan eutrofikasi dan mendedahkan mereka kepada pelbagai perspektif baharu melangkaui dewan kuliah. Akhir sekali, pembelajaran khidmat bakti akan mencabar pelajar untuk bukan hanya mencapai hasil sebenar bagi faedah masyarakat tetapi juga meneroka dengan lebih mendalam pemahaman mereka terhadap diri mereka, komuniti dan alam sekitar.

**Kesimpulan**

Persekitaran sosiobudaya yang kompleks dan kemajuan terkini dalam Amalan Pendidikan Impak Tinggi menandakan bahawa untuk merapatkan jurang pengetahuan dalam kemampanan alam sekitar, IWRM dan ILBM patut disepadukan ke dalam kurikulum pengajian tinggi pada semua peringkat di Malaysia.

**Rujukan**

- Allouche J (2016) The birth and spread of IWRM—a case study of global policy diffusion and translation. *Water Altern*, 9:412–433
- Anderson, A., Karar E., Farolfi S., (2008), Synthesis: IWRM lessons for implementation. *Water SA* 34(6):665–669
- Bartram J, Brocklehurst C, Bradley D, Muller M, Evans B (2018) Policy review of the means of implementation targets and indicators for the sustainable development goal for water and sanitation NPJ. *Clean Water* 1:3. <https://doi.org/10.1038/s41545-018-0003-0>
- Benson, D., Gain, A.K. & Giupponi, C. Moving beyond water centrality? Conceptualizing integrated water resources management for implementing sustainable development goals. *Sustain Sci* 15, 671–681 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00733-5>
- Benson D, Gain AK, Rouillard JJ (2015) Water governance in a comparative perspective: from IWRM to a ‘nexus’ approach? *Water Altern* 8:756–773
- Bhateria, R., Jain, D. (2016), Water quality assessment of lake water: a review. *Sustain. Water Resour. Manag.* 2, 161–173. <https://doi.org/10.1007/s40899-015-0014-7>
- Borchardt D, Bjørnsen PK, Bogardi JJ, Clausen J, Dombrowsky I, Garduño H, Jardin N, Jenkins A, von Keitz S, Kfir R, Krebs P, Kroiss H, Leibundgut C, Mauser W, Moss T, Panse D, Reichert P, Rekolainen S, Rudolph KU, Rudolph DL, Stålnacke P, Taal BMM, Yang M (2013) Dalam: Borchardt D, Ibisch R (eds) Integrated water resources management in a changing world: lessons learnt and innovation perspectives. IWA Publishing, London pp. **xiii–xiv**
- Cole J, Prairie Y, Caraco N, McDowell W, Tranvik L, Striegl R, Duarte C, Kortelainen P, Downing J, Middelburg J, Melack J (2007) Plumbing the global carbon cycle: integrating inland waters into the terrestrial carbon budget. *Ecosystems* 10:172–185
- Davidson, T. A., & Jeppesen, E. (2013). The role of palaeolimnology in assessing eutrophication and its impact on lakes. *Journal of Paleolimnology*, 49(3), 391–410.
- Dean, W. E. and E. Gorham, 1998, Magnitude and significance of carbon burial in lakes, reservoirs, and peatlands, *Geology*, 26 (1998), hlm. 535-538
- Debrah, J. K., Vidal, D. G., & Dinis, M. A. P. (2021). Raising Awareness on Solid Waste Management through Formal Education for Sustainability: A Developing Countries Evidence Review. *Recycling*, 6(1), 6.
- Dong, X, Anderson N. J., Yang X, Chen X, Shen J (2012), Carbon burial by shallow lakes on the Yangtze floodplain and its relevance to regional carbon sequestration. *Glob Change Biol* 18:2205–2217
- Dynesius, M. and C. Nilsson, (1994), Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world, *Science*, 266, pp. 753-762
- Florke, M.; Barlund, I.; van Vliet, M.T.H.; Bouwman, A.F.; Wada, Y. (2019), Analysing trade-offs between SDGs related to water quality using salinity as a marker. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 36, 96–104.

- Gain AK, Mondal MS, Rahman R (2017) From flood control to water management: a journey of Bangladesh towards Integrated Water Resources Management. *Water* 9:55. <https://doi.org/10.3390/w9010055>  
<https://globalwaterforum.org/2013/06/10/integrated-water-resources-management-what-is-it-and-why-is-it-used/>
- Graf, W. L., (1999), Dam nation: a geographic census of American dams and their large-scale hydrologic impacts, *Water Res*, 35, hlm. 1305-1311
- GWP (2009) A handbook for integrated water resources management in basins. Global Water Partnership (GWP) and the International Network of Basin Organizations (INBO), Stockholm
- Global Water Partnership Technical Advisory Committee (GWP-TAC) (2000), Integrated water resources management. Stockholm, Sweden
- Higgins, J.P.T., Altman, D.G., Gotzsche, P.C., Juni, P., Moher, D., Oxman, A.D., Savovic, J., Schulz, K.F., Weeks, L., Sterne, J.A.C.: The cochrane collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 343(7829), 1–9 (2011). <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>
- Ibisch RB, Leidel M, Niemann S, Hornidge AK, Goedert R (2016) Capacity development for integrated water resources management: lessons learned from applied research projects. In: Borchardt D, Bogardi J, Ibisch R (ed) Integrated water resources management: concept, research and implementation. Springer, Heidelberg, New York, pp 3–32
- International Conference of Water and the Environment (ICWE) (1992), The Dublin Statement on Water and Sustainable Development, <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/documents/english/icwedece.html>.
- International Lake Environment Committee Foundation . World Lake Vision Action Report. World Lake Vision Committee, Kusatsu, Shiga, Japan; 2007. 392p
- Jeppesen E, Peder Jensen J, Søndergaard M, Lauridsen T, Landkildehus F (2000) Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshw Biol* 45:201–218
- Karthe, D., Reeh, T., Walther, M., Niemann, S., & Siegmund, A. (2016). School-based environmental education in the context of a research and development project on integrated water resources management: experiences from Mongolia. *Environmental Earth Sciences*, 75(18), 1-18.
- Karthe D, Hofmann J, Ibisch R, Heldt S, Westphal K, Menzel L, Avlyush S, Malsy M (2015) Science-based IWRM implementation in a data-scarce central Asian region: experiences from a research and development project in the Kharaa River Basin, Mongolia. *Water* 7(7):3486–3514
- Kasimov NS, Chalov SR, Panin AV (2013) Multidisciplinary field training in undergraduate physical geography: *Russian experience*. *J Geogr High Educ* 37(3):416–431
- Kuh, G. D. (2008). Excerpt from high-impact educational practices: What they are, who has access to them, and why they matter. *Association of American Colleges and Universities*, 14(3), 28-29.
- Leidel M, Niemann S, Hagemann N (2010) Capacity development for integrated water resources management (IWRM) in a transition country—improving river basin management in the Western Bug Basin, Ukraine. Dalam: Streusloff H (ed)



- Integrated water resources management (IWRM) Karlsruhe (2010) prosiding persidangan. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, pp 382–388
- Lenton, R. dan M. Muller (ed.) (2009), *Integrated Water Resources Management in Practice: Better Water Management for Development*, Earthscan Publications, London.
- Loux, J. (2011), “Collaboration and Stakeholder Engagement”, in R.Q. Grafton and K. Hussey (ed.), *Water Resources Planning and Management*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Mannion G, Fenwick A, Lynch J (2013) Place-responsive pedagogy: learning from teachers’ experiences of excursions in nature. *Environ Edu Res* 19(6):792–809
- Moss, B., (1977), Conservation problems in the Norfolk Broads and rivers of East Anglia, England-phytoplankton, boats and the causes of turbidity. *Biol Conserv* 12:95–114
- Mulholland, P. J. and J.W. Elwood, (1982), The role of lake and reservoir sediments as sinks in the perturbed global carbon cycle, *Tellus*, 34(1982), hlm. 490-499
- Pahl-Wostl, C., P. Jeffrey and J. Sendzimir (2011), “Adaptive and Integrated Management of Water Resources”, dalam R.Q. Grafton dan K. Hussey (ed.), *Water Resources Planning and Management*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Pires A, Morato J, Peixoto H, Botero V, Zuluaga L, Figueroa A (2017) Sustainability assessment of indicators for integrated water resources management. *Sci Total Environ* 578:139–147. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.217>
- Potter G (2010) Environmental education for the 21st century: where do we go now? *J Environ Educ* 41(1):22–33
- Schlesinger, W. H., (1997), *Biogeochemistry: an analysis of global change*, Academic Press, San Diego, 588 hlm
- Soeprbowati, T. R. (2015). Integrated lake basin management for save Indonesian lake movement. *Procedia Environmental Sciences*, 23, 368-374. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029615000547>
- Smith, S. V., Renwick, W. H., Bartley, J. D., & Buddemeier, R. W. (2002). Distribution and significance of small, artificial water bodies across the United States landscape. *Science of the Total Environment*, 299(1-3), 21-36.
- Trimble, S. W. dan K. P. Bube, (1990), Improved reservoir trap efficiency prediction, *Environ Prof*, 12, hlm. 255-272
- Vörösmarty, C. J. dan D. Sahagian, (2000), Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle, *BioScience*, 50, hlm. 753-765
- Brundtland, G. H., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., & Chidzero, B. J. N. Y. (1987). Our common future. *New York*, 8.
- WCED (1987) Our common future. World commission on environment and development. Oxford University Press, Oxford
- Walling, D. E.,(1983), The sediment delivery problem, *J Hyrdol*, 65 (1983), hlm. 209-237

## BAB 5 KATA PENUTUP

Sewaktu kami membangunkan modul ini, kami mengakui bahawa terdapat banyak sumber berkaitan air telah sedia ada dan boleh diakses daripada Internet dan sumber ini sesuai digunakan untuk melatih pendidik dan pelajar di sekolah rendah dan menengah, dan institusi pengajian tinggi (IPT). Oleh yang demikian, modul ini mengambil dan mengolah maklumat daripada sumber sedia ada, dan kami telah mencatatkan senarai rujukan sumber-sumber ini pada keseluruhan modul latihan ini. Dengan cara ini, kami bukan mencipta semula sesuatu, malahan kami telah memanfaatkan maklumat sedia ada untuk memberi konteks kepada maklumat yang sesuai untuk senario di Malaysia.

Semasa kami mencari dan mengumpul sumber daripada Internet, kami hanya memberikan tumpuan kepada maklumat berkaitan air di sekolah dan IPT. Terdapat maklumat lain seperti pendidikan alam sekitar, anugerah alam sekitar, penjimatan tenaga dan kecekapan tenaga, namun, maklumat sebegini tidak diambil kira dalam modul latihan ini, antaranya termasuk Sekolah Lestari – Anugerah Alam Sekitar yang dianjurkan oleh Jabatan Alam Sekitar dan rakan-rakan lain, serta Program Sekolah Rakan Alam Sekitar (SERASI) yang dianjurkan di Sabah. Dengan fokus kepadapemilihan maklumat relevan, serta mematuhi WST 2040, tumpuan modul ini hanya kepada bidang berkaitan air.

Modul latihan ini tidak terlalu menyeluruh, justeru masih boleh tambah baik dari semasa ke semasa. Juga, apabila ada topik baharu yang kelihatan sesuai untuk sekolah dan IPT, topik ini boleh ditambah ke dalam modul ini. Berkenaan dengantenaga pengajar berpotensi, modul ini juga telah menyusun senarai awal pakar rujuk, dengan kepakaran mereka juga tersenarai di dalamnya.

Akhirkata, diharapkan semoga modul latihan ini akan bermanfaat kepada pendidik dan pelajar di Malaysia, dan maklumat di dalam modul latihan ini boleh meningkatkan kesedaran dan keupayaan mereka dalam bidang berkaitan air. Sebagai ringakasan, berdasarkan status semasa, kami telah mencadangkan hala tuju untuk kluster akademia dalam konteks AACB (Advokasi, Kesedaran, Pembangunan Keupayaan dan Platform Penyertaan Awam)

<b>Komponen</b>	<b>Status</b>	<b>Hala Tuju</b>
Kesedaran	<ul style="list-style-type: none"><li>• Topik berkaitan air telah digabungkan ke dalam kurikulum sekolah.</li><li>• Di IPT, topik berkaitan air telah digabungkan ke dalam program terpilih yang ditawarkan oleh IPT.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berkongsi maklumat berkaitan pengurusan sumber air mampan dengan pelajar di sekolah dan IPT.</li></ul>
Pembinaan Keupayaan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktiviti pembelajaran berasaskan projek di</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tonjolkan aktiviti pembelajaran</li></ul>

## Modul Latihan untuk Akademia

	<p>sekolah dan IPT adalah terhad.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Beberapa aktiviti bersifat <i>ad-hoc</i> dan tidak mampan.</li></ul>	<p>berasaskan projek sedia ada yang berkaitan dengan pengurusan sumber air mampan.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• DI IPT, sediakan kursus/latihan teknikal yang tinggi dan khusus kepada kumpulan pelajar sasaran.</li></ul>
Sokongan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sokongan untuk kluster akademia adalah terhad.</li><li>• Terdapat pakar rujuk di IPT yang boleh meraih sokongan.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mengalakkan pengetahuan berasaskan kecekapan dalam meraih sokongan untuk kluster akademia.</li></ul>
Platform Penyertaan Awam	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiada platform penyertaan awam khusus untuk kluster akademia.</li><li>• Beberapa platform bersifat <i>ad hoc</i> dan tidak mampan.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menubuhkan platform penyertaan awam sesuai dan mampan di bawah ASM.</li></ul>

