



PROGRAM KONSERVASI AIR BAGI SEKOLAH-SEKOLAH DI MALAYSIA



MODUL KONSERVASI AIR

INISIATIF OLEH:



DENGAN KERJASAMA:



KANDUNGAN

MODUL 1: MANUSIA DAN AIR

1.1	SUMBER AIR	2
1.2	KITARAN AIR	2
1.3	SUMBER AIR DI MALAYSIA	3
1.4	KAWASAN TADAHAN DAN PROSES RAWATAN AIR	6
1.5	PROSES RAWATAN AIR KUMBAHAN	8
AKTIVITI MODUL 1		10

MODUL 2: PENGGUNAAN AIR DAN CABARAN

2.1	PENGENALAN	16
2.2	PERSPEKTIF GLOBAL MENGENAI AIR	16
2.3	PERSPEKTIF RAKYAT MALAYSIA TERHADAP AIR	21
2.4	AGENSI AIR DI MALAYSIA	25
AKTIVITI MODUL 2		27

MODUL 3: PENGURUSAN AIR DI MALAYSIA

3.1	SUMBER AIR PERMUKAAN	32
3.2	PENGURUSAN SUMBER AIR BERSEPADU (IWRM)	32
3.3	PENGURUSAN PERMINTAAN AIR	36
3.4	JEJAK AIR (<i>WATER FOOTPRINT</i>)	37
3.5	AIR TIDAK TERHASIL (<i>NON REVENUE WATER</i>)	38
AKTIVITI MODUL 3		39

MODUL 4: PENJAGAAN AIR – MARI MULAKAN!

4.1	ALAMAT SUNGAI/AIR	44
4.2	PENGAUDITAN AIR	44
4.3	PEMULIHARAAN AIR	46
4.4	PILIHAN ALTERNATIF	51
AKTIVITI MODUL 4		60

HALAMAN INI SENGAJA DIBIARKAN KOSONG



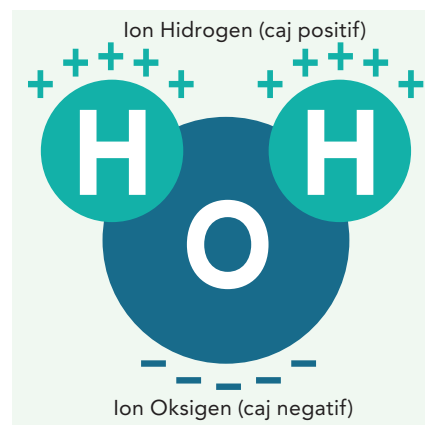
(SUMBER: Tanawat Pontchour, www.123rf.com)

MODUL 1:

MANUSIA DAN AIR

MODUL 1: MANUSIA DAN AIR

Formula molekul kimia untuk air ialah H_2O . Ia boleh digambarkan secara ionik sebagai $H^+ - OH^-$, dengan satu ion hidrogen (H^+) yang terikat kepada ion hidroksida (OH^-). Ion-ion hidrogen yang bercantum dengan ion oksigen menyebabkan kehadiran kawasan berkutub positif dan berkutub negatif yang menghasilkan satu molekul air yang saling tertarik di antara satu sama lain dan menghasilkan ikatan hidrogen.

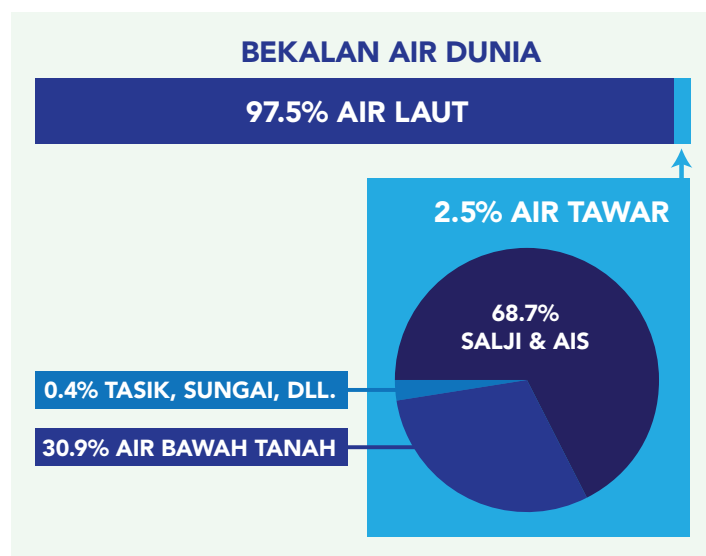


RAJAH 1: IKATAN MOLEKUL H_2O

1.1 SUMBER AIR

Sumber air adalah bekalan air bersih yang boleh digunakan dalam kehidupan manusia. Kebiasaannya digunakan untuk pertanian, industri, rumah dan rekreasi. Air wujud secara semula jadi dalam pelbagai bentuk dan lokasi. Air berada di mana sahaja: di udara, di permukaan, di bawah tanah dan di laut.

Terdapat kira-kira 1.4 bilion km^3 air di bumi. Air tawar wujud secara semula jadi di permukaan bumi dalam bentuk lapisan ais, litupan ais, glasier, paya, kolam, tasik, sungai, dan air bawah tanah di dalam akuifer dan saluran bawah tanah. Namun, hanya 35 juta km^3 , ataupun 2.5% daripada jumlah keseluruhan merupakan air tawar. Ini bermakna hanya sebahagian kecil sumber air boleh digunakan untuk kegunaan harian seperti dalam RAJAH 2.



RAJAH 2: PERATUS SUMBER AIR GLOBAL

(SUMBER: UN WATER, 2012)

1.2 KITARAN AIR

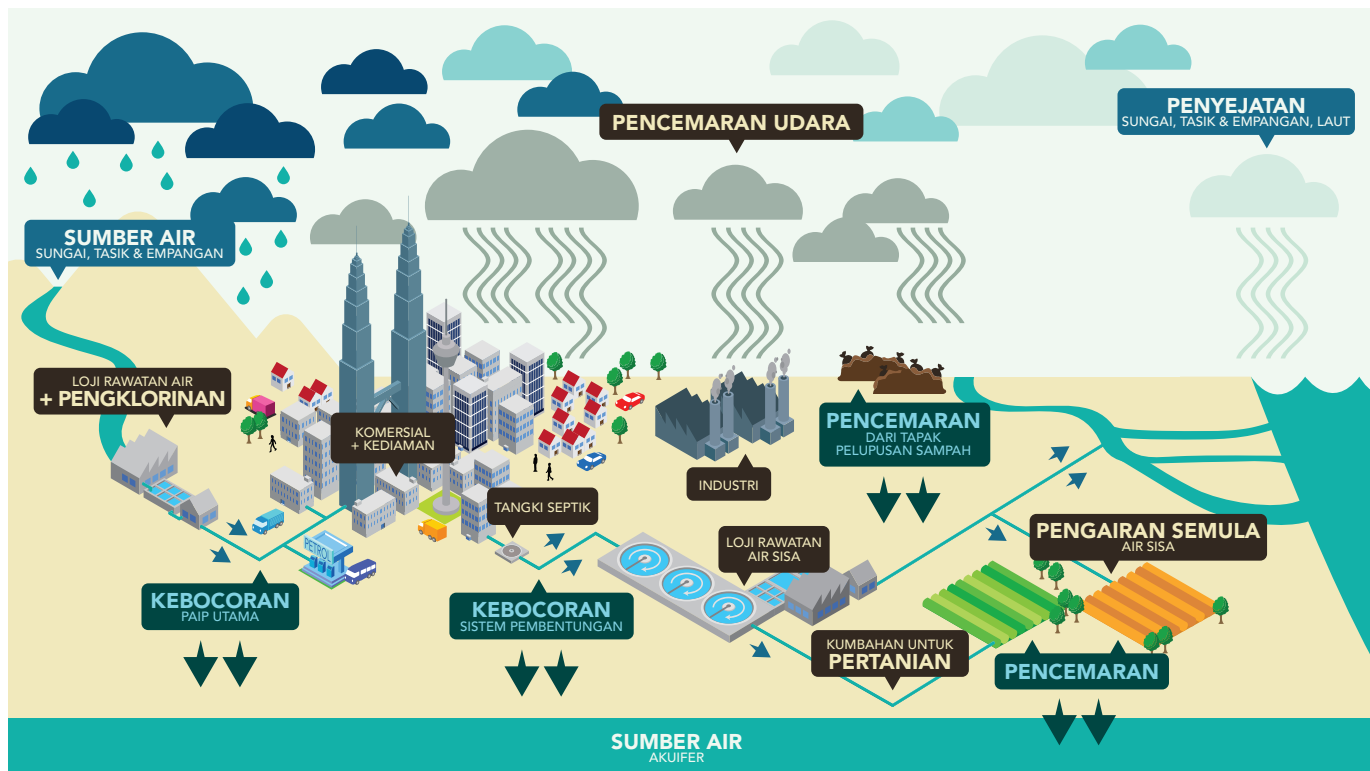
Kitaran air merupakan proses pergerakan air di permukaan, bawah tanah dan di atmosfera bumi secara berterusan. Air naik ke atas permukaan atmosfera melalui penyejatan dan turun semula ke bumi sebagai hujan.

Air tersejat dari laut, tasik, takungan air dan sungai akan naik ke permukaan atmosfera. Apabila udara mencecah paras atmosfera tertentu, ia akan mengalami proses pemeluwapan dan membentuk awan. Apabila awan menjadi berat, ia akan terkondensasi dalam bentuk hujan dan mengalir ke dalam sungai dan saluran. RAJAH 3 menunjukkan proses kitaran air.

Air di muka bumi wujud dalam bentuk sungai, tasik dan paya, serta laut. Contoh interaksi dan perkaitan air di permukaan dan bawah tanah adalah seperti di dalam RAJAH 4.



RAJAH 3: KITARAN AIR



RAJAH 4: INTERAKSI AIR

1.3 SUMBER AIR DI MALAYSIA

Purata hujan tahunan Malaysia adalah 990 bilion m^3 . Sumber air yang boleh diperbaharui adalah 630 bilion m^3 (merupakan jumlah air larian permukaan dan aliran air bawah tanah) manakala, 360 bilion m^3 air tersejat ke permukaan melalui proses evapo-transpirasi (**SUMBER: Keizrul & Azuhan, 1998**). Sementara itu, sebanyak 90% sumber air adalah air bawah tanah, dengan anggaran simpanan sebanyak 5,000 bilion m^3 . Sumber air di Malaysia dirumuskan dalam JADUAL 1.

HUJAN TAHUNAN	990 bilion m^3
Aliran Permukaan	566 bilion m^3
Evapo-transpirasi	360 bilion m^3
Aliran Air Bawah Tanah	64 bilion m^3
Takungan Air Buatan (empangan)	25 bilion m^3
Simpanan Air Bawah Tanah (akuifer)	5,000 bilion m^3

JADUAL 1: SUMBER AIR DI MALAYSIA

(**SUMBER: Keizrul & Azuhan, 1998**)

Jumlah keluasan muka bumi Malaysia adalah 329,847 km^2 di mana 1,200 km^2 atau 0.37% daripadanya terdiri daripada badan air seperti sungai, tasik, atau sumber air dalaman. Lebih kurang 97% jumlah sumber air di Malaysia adalah daripada sungai dan saluran dan selebihnya adalah daripada air bawah tanah. Dalam usaha untuk memastikan kesinambungan air, empangan dibina untuk menyimpan dan mengawal kuantiti air. Terdapat 47 empangan fungsi tunggal dan 16 buah empangan pelbagai fungsi dengan jumlah keseluruhan air simpanan sebanyak 25 bilion m^3 . (**SUMBER: Cawangan Bekalan Air, 1998**)

Jumlah empangan fungsi tunggal		Jumlah empangan pelbagai fungsi	
Bekalan Air	34	Bekalan Air + Pengairan	6
Kuasa Hidro	7	Bekalan Air + Tebatan Banjir	5
Pengairan	3	Bekalan Air + Pengairan + Tebatan Banjir	2
Pemendapan Kelodak	3	Kuasa Hidro + Tebatan Banjir	2
		Kuasa Hidro + Bekalan Air	1
Jumlah	47	Jumlah Keseluruhan	16

JADUAL 2: JUMLAH EMPANGAN DI MALAYSIA

(SUMBER: Cawangan Bekalan Air, 1998)

1.3.1 SUNGAI

Sungai bermula daripada satu punca atau titik (mata air) yang mengalir melalui lereng bukit ke kawasan pengumpulan air seperti laut atau tasik besar yang mana keseluruhan kawasan ini dikenali sebagai kawasan tadahan air. Air akan mengalir melalui rekahan ataupun lurah, membentuk aliran air yang cetek. Kesemua alur aliran air kecil ini bertemu dan akan membentuk sebatang sungai. Sungai berakhir di muara sungai dan membentuk delta sungai. RAJAH 6 menjelaskan pembentukan sungai dan ciri-cirinya.

Terdapat kira-kira 189 lembangan sungai utama di Malaysia, yang terdiri daripada 74 lembangan di Semenanjung Malaysia, 75 di Sabah dan 40 di Sarawak. Di Malaysia terdapat tiga (3) kategori lembangan sungai; Kategori 1 (persempadanan daerah), Kategori 2 (persempadanan negeri) dan Kategori 3 (persempadanan negara). JADUAL 3 menunjukkan jumlah lembangan sungai di Malaysia di dalam 3 kategori mengikut sumber Perlembagaan Persekutuan.

KATEGORI LEMBANGAN SUNGAI	BILANGAN LEMBANGAN SUNGAI		LEMBANGAN SUNGAI UTAMA (>80 KM ²)	
	Bil.	Kawasan (km ²)	Bil.	Kawasan (km ²)
Persempadanan daerah	2,958	263,498.7638	168	248,723.537
Persempadanan negeri	22	56,840.5033	17	56,639.455
Persempadanan negara	6	7,557.7641	4	7,500.721
JUMLAH	2,986	327,897.0312	189	312,863.713

JADUAL 3: BILANGAN LEMBANGAN SUNGAI DI MALAYSIA MENGIKUT KATEGORI

1.3.2 AIR BAWAH TANAH

Kewujudan sungai yang sentiasa mengalir dan taburan hujan yang tinggi menyebabkan Malaysia tidak menerokai penggunaan sistem air bawah tanah. Air bawah tanah boleh menjadi sumber air alternatif ketika kecemasan. Akan tetapi, kajian dan analisa perlu dijalankan untuk menentukan sama ada air bawah tanah adalah selamat untuk digunakan. Terdapat pelbagai ancaman sumber air bawah tanah yang wujud tetapi tidak terhad kepada perkara seperti berikut:

- Pelepasan sisa industri tidak atau separa rawat ke tanah/ air bawah tanah (kebocoran tangki, tumpahan ke dalam sistem perparitan, dan sebagainya)
- Pencemaran disebabkan oleh proses larut serap daripada kawasan pelupusan sampah
- Kegagalan fungsi tangki septik
- Kadar mengekstrak air bawah tanah yang tidak mampan
- Pencemaran daripada aktiviti pertanian
- Larian air yang tercemar ke kawasan imbuhan (recharge area)
- Pengisian semula akuifer oleh air permukaan yang telah tercemar
- Penyerapan air masin



RAJAH 5: PENGHASILAN AIR BAWAH TANAH



1.4 KAWASAN TADAHAN AIR DAN PROSES RAWATAN AIR

Kawasan tadahan air adalah kawasan takungan air semula jadi. Di kawasan ini, air hujan dan aliran air akan mengalir melalui saluran, sungai, empangan, tasik, lautan ataupun memasuki sistem air bawah tanah. Di Malaysia, terdapat dua jenis kawasan tadahan air untuk dijadikan sumber air minuman: sungai (pengambilan air) dan sistem empangan.

A. PENGAMBILAN AIR (WATER INTAKE)

Pengambilan air adalah tapak punca air yang diambil daripada sumber air (sungai, tasik, kawasan tadahan, dan lain-lain) untuk bekalan air minuman atau penjaan hidroelektrik. Sistem pengambilan air adalah untuk memastikan air disalurkan (terusan, saluran paip, terowong dan lain-lain) mengikut kadar permintaan pengguna di sesuatu kawasan.

B. EMPANGAN

Empangan adalah takungan yang dibina untuk menakung air. Takungan yang dibentuk berfungsi sebagai penampungan banjir dan juga sebagai sumber bekalan air bagi menampung kegunaan harian manusia, industri, dan akuakultur. Empangan terdiri daripada takungan air yang akan disalurkan ketika paras air sungai rendah manakala struktur lain seperti pintu air (*floodgates*) pula digunakan untuk mengawal arah dan aliran air.

1.4.1 PROSES RAWATAN AIR

Proses rawatan air berfungsi sebagai proses pengasingan bahan pencemar untuk dijadikan air minuman yang bersih dan selamat. Pepejal terampai, bakteria, virus, kulat, bahan mineral (ferum, mangan dan sulfur) serta bahan kimia akan disingkirkan semasa proses rawatan. Langkah-langkah ini adalah untuk menjamin kualiti air daripada proses rawatan sehingga proses penghantaran dan pengagihan air. Baki bahan disinfeksi yang dibenarkan berada dalam air yang telah dirawat adalah untuk membunuh bakteria dan patogen dalam proses tersebut.

RAJAH 7 menunjukkan proses rawatan secara konvensional, iaitu kaedah yang biasa digunakan di loji rawatan air di negara kita. Air mentah dirawat melalui beberapa langkah seperti pengudaraan, pencampuran bahan kimia, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, penapisan dan akhirnya disinfeksi dengan bahan kimia tambahan sebelum disalurkan kepada pengguna.



RAJAH 7: SKEMATIK PROSES RAWATAN AIR SECARA MENYULURUH MENGGUNAKAN KAEDAH KONVENSIONAL

(SUMBER: truthvaccine.blogspot.my/2012/08/penjelasan-isu-krisis-air-di-selangor.html)

1.4.2 RAWATAN AIR BERTEKNOLOGI TINGGI

Terdapat dua jenis proses rawatan air berteknologi tinggi yang digunakan di Malaysia:

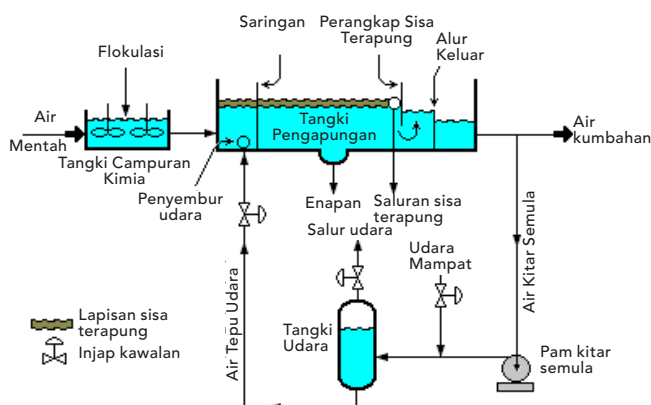
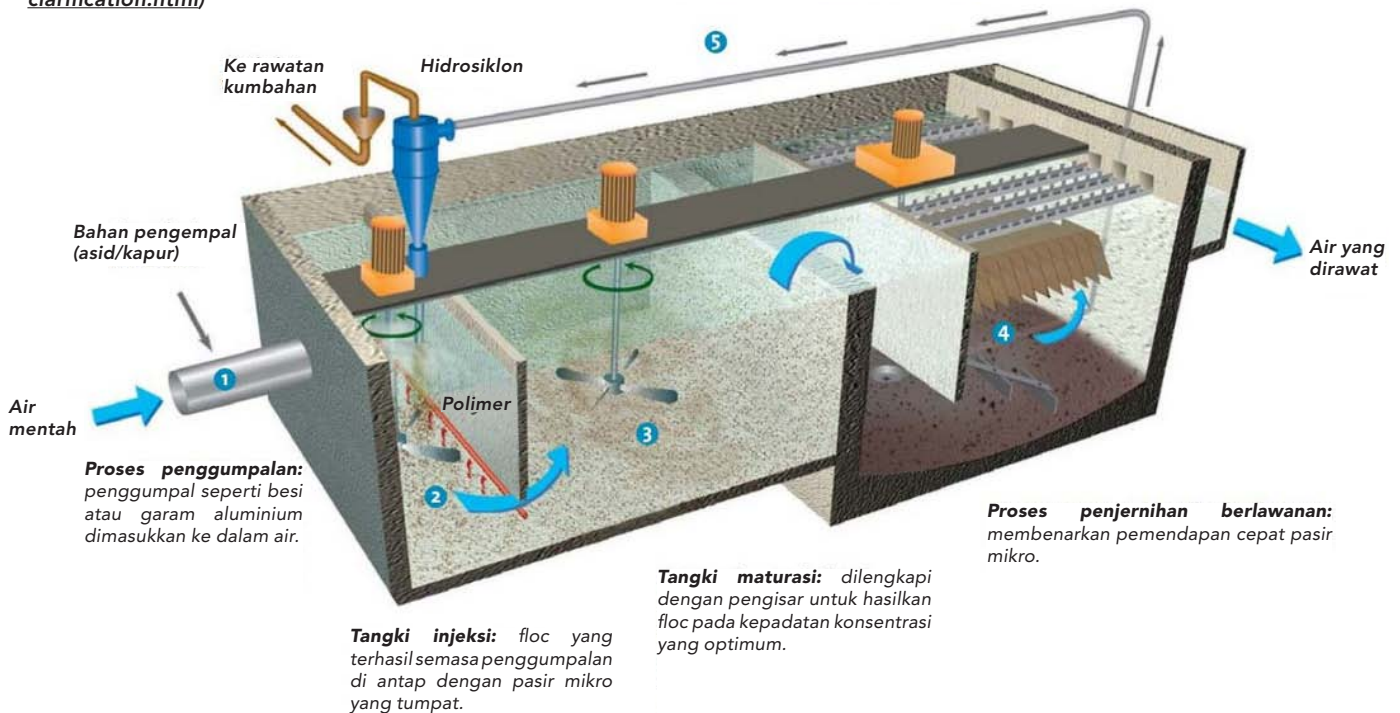
A. PENJERNIHAN MODEN MENGGUNAKAN PROSES ACTIFLO

Rawatan konvensional lengkap dan sistem penjernihan ini mengambil masa kurang daripada 30 minit. Fasa 2 Loji Rawatan Air Sungai Selangor adalah loji rawatan air yang pertama menggunakan proses penjernihan Actiflo di Malaysia.

RAJAH 8: PROSES ACTIFLO

(SUMBER: www.winenv.com/high-rate-clarification.html)

Pusingan semula: enapan yang dipam kepada pusingan hidro untuk dipisahkan dari pasir mikore. Pasir mikro yang bersih akan dikembalikan kepada tangki injeksi untuk mengurangkan kehilangan enapan akan sentiasa dibuang untuk proses seterusnya.



RAJAH 9: PROSES PENGAPUNGAN UDARA TERLARUT (DAF)

(SUMBER: Mbeychok at English Wikipedia)

B. KAEDAH PENJERNIHAN MENGGUNAKAN PROSES PENGAPUNGAN UDARA TERLARUT (DAF)

Sistem ini digunakan di kawasan yang kecil dan sesuai untuk merawat air mentah yang mempunyai warna dan kekeruhan yang rendah dan sangat berkesan untuk mengeluarkan kandungan bahan organik yang tinggi dari air. Loji Rawatan Air Wangsa Maju menggunakan teknologi ini sebagai mod operasi.

1.5 PROSES RAWATAN AIR KUMBAHAN

Proses rawatan air kumbahan adalah kaedah pengurusan air yang penting. Kandungan utama air kumbahan adalah sisa najis yang mengandungi pelbagai mikroorganisma yang berbahaya seperti bakteria, virus dan parasit. Rawatan ini melibatkan pengurangan kandungan air dan pengasingan sisa buangan. Penduduk Malaysia menghasilkan kira-kira 6 juta tan sisa kumbahan setiap tahun. Bekalan air permukaan akan tercemar apabila pelepasan air kumbahan yang berlebihan dan tidak terkawal daripada kawasan perumahan ataupun kilang mengalir ke dalam parit atau sungai.

1.5.1 JENIS LOJI RAWATAN AIR KUMBAHAN

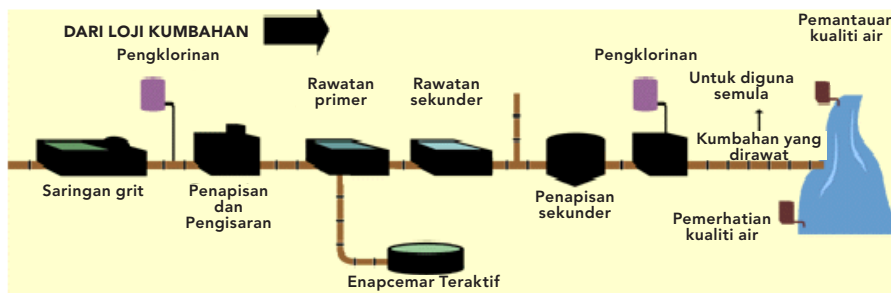
Kira-kira 38% loji rawatan air kumbahan awam di Malaysia adalah loji mekanikal. Loji ini beroperasi menggunakan alat mekanikal untuk mempercepatkan penguraian kumbahan. Anggaran jumlah dan jenis loji rawatan awam di Malaysia pada ketika ini seperti di dalam JADUAL 4.

NO.	JENIS LOJI RAWATAN KUMBAHAN	PADA OKT 2014	KESETARAAN POPULASI
1	Tangki Imhoff	679	507,648
2	Kolam Pengoksidaan	403	1,681,176
3	Loji Mekanikal	4,902	18,665,408
4	Stesen Rangkaian Pam	982	4,852,844
JUMLAH		6,966	25,707,076
TANGKI SEPTIK		3,625	405,432

JADUAL 4: LOJI RAWATAN KUMBAHAN AWAM DI MALAYSIA

tindak balas kimia. Proses biologi adalah kaedah yang digunakan untuk menghilangkan bahan pencemar dengan menggunakan aktiviti biologi. Bahan organik yang terurai membentuk gas yang dilepaskan ke atmosfera dan disingkirkan secara pemendapan.

Kaedah rawatan air kumbahan dapat dikelaskan antara fizikal, kimia dan biologi. Fizikal adalah kaedah rawatan yang menggunakan aplikasi kekuatan fizikal untuk merawat kumbahan. Ini termasuklah kaedah pemeriksaan, pencampuran, pembekuan, pemendapan, penurasan dan pengapungan. Proses kimia pula adalah kaedah rawatan penyingkiran atau penukaran bahan pencemar dengan penambahan bahan kimia atau



RAJAH 10: PROSES RAWATAN AIR KUMBAHAN

(SUMBER: www.ciklilyputih.com/2016/01/kenapa-kita-perlu-bayar-bil.html)

Kaedah rawatan kumbahan utama yang digunakan di Malaysia memfokuskan kepada rawatan permulaan, rawatan primer dan rawatan sekunder seperti dalam RAJAH 10. Perbezaan dan maklumat setiap jenis rawatan ditunjukkan dalam JADUAL 5 :

Rawatan Permulaan Kumbahan Primer	Proses pembuangan bahan kasar ini termasuklah proses pemeriksaan dan pengisaran untuk menyingkirkan serpihan dan kain buruk, dan teknik pengapungan untuk menyingkirkan lebih minyak dan gris.	• Penyaringan • Pembuangan grit • Tangki gris • Pengudaraan awal (<i>pre-aeration</i>) • Pengukuran aliran • Keseimbangan aliran (<i>flow balancing</i>) • Pengasingan kain (<i>rags</i>), sampah, batuan, minyak dan gris.
Rawatan Kumbahan Primer	Proses pemeriksaan penyaringan dan membuang mendapan pepejal dan bahan organik. Efluen rawatan kumbahan primer mengandungi jumlah bahan organik yang tinggi.	• Pemendapan • Pengapungan • Pengasingan bahan yang termendap dan bahan-bahan terapung
Kumbahan Rawatan Sekunder	Kumbahan rawatan sekunder dilakukan untuk membuang bahan organik yang terurai dan pepejal terenal, dengan menggunakan rawatan biologi. Proses disinfeksi juga terlibat dalam rawatan sekunder.	• Endapan aktif • Penurasan bio • Pemendapan • Rawatan biologi untuk membuang bahan organik dan endapan pepejal
Rawatan Kumbahan Tertier	Rawatan kumbahan tertier melibatkan pembuangan nutrisi, bahan toksik termasuk logam berat dan pembuangan lanjut untuk mendapan pepejal dan bahan organik. Pelepasan daripada rawatan tertier adalah berpiawaian tinggi dan sesuai untuk digunakan semula.	• Penurasan • Disinfeksi • Kolam tertiar • Rawatan biologi dan kimia untuk membuang nutrien dan patogen

JADUAL 5: KADEAH RAWATAN KUMBAHAN

AKTIVITI MODUL 1

AKTIVITI 1: BINA KAWASAN TADAHAN AIR ANDA (SK+SMK)

Kawasan tadahan air adalah kawasan daratan di mana air permukaan kawasan air hujan dialirkan menjadi satu aliran yang keluar ke kawasan tadahan, ke arah sungai, tasik, estuari, paya, laut atau lautan.

BAHAN-BAHAN

- Meja yang rata/kadbod
- Surat khabar yang dironyokkan
- Plastik pembalut makanan (saran wrap)
- Botol semburan
- Air berwarna biru
- Kertas mahjong
- Nota pelekat
- Pencungkil gigi
- Marker dakwat tidak kekal
- Pokok plastik
- Pita pelekat
- Gam
- Gunting
- Plastisin

PROSEDUR

1. Bina kawasan tadahan air di atas meja/kadbod.
2. Ronyokkan beberapa surat khabar dan bentukkan ia seperti kawasan pergunungan dan lekatkan ia pada tapak binaan.
3. Dengan menggunakan plastik pembalut makanan, lapiskan kawasan tadahan/kawasan pergunungan tersebut, pastikan lapisan tersebut melekat di permukaan seperti balutan buah.
4. Dengan menggunakan botol semburan, semburkan air berwarna biru di atas kawasan tadahan/stuktur gunung dan perhati di mana air akan berkumpul dan mengalir ke bawah kawasan tadahan air dan membentuk anak sungai dan sungai di permukaan.
5. Labelkan komponen-komponen model kawasan tadahan air menggunakan petanda ataupun barangan-barangan lain yang telah diberikan.
6. Sebagai tambahan, lukiskan rajah kawasan tadahan air dan labelkan model tersebut.

AKTIVITI 2: PERKATAAN BERKAITAN AIR (SMK)

1. Dengan merujuk kepada kamus carikan maksud perkataan-perkataan berikut:

- A. TEPU**
- B. SEJAT**
- C. EKOSISTEM**
- D. KONDENSASI**
- E. AIR PERMUKAAN**
- F. AIR LARIAN**
- G. AIR BAWAH TANAH**

2. Dengan menggunakan perkataan di atas, pelajar dikehendaki membina proses air dan lukiskan kitaran air tersebut.

AKTIVITI 3: MEMBINA MODEL KITAR AIR MINI! (SK+SMK)

Air terdiri daripada cecair, gas dan pepejal. Di persekitaran kita, air sentiasa bertukar daripada cecair kepada gas, cecair kepada pepejal dan kembali kepada cecair. Proses ini dipanggil kitaran air. Anda pasti dapat melihat bagaimana proses kitaran air ini terjadi.

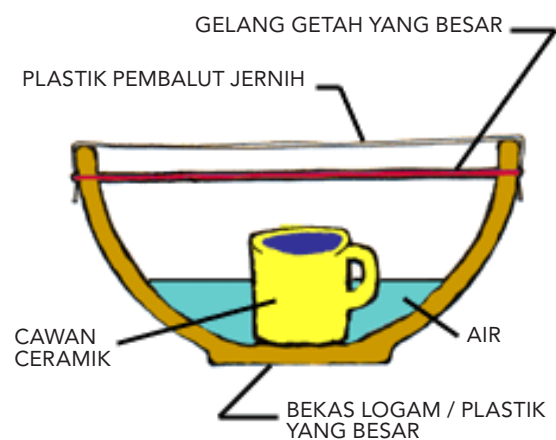


PROSES KITARAN AIR

Haba daripada matahari menyebabkan air tersejat dari anak sungai, tasik, sungai dan laut. Wap air naik ke atmosfera dan apabila mencecah udara sejuk, wap air terkondensasi dan membentuk awan. Apabila kandungan awan dipenuhi dengan air, atau tepu, awan akan melepaskan air sebagai hujan.

BAHAN-BAHAN

- bekas logam/plastik yang besar
- baldi
- plastik pembalut jernih
- cawan ceramic
- gelang getah yang besar
- air



PROSEDUR

1. Letakkan bekas logam/plastik di luar di kawasan yang panas.
2. Isikan baldi dengan air dan tuangkan air ke dalam bekas dengan perlahan sehingga $\frac{1}{4}$ penuh.
3. Masukkan cawan di tengah bekas berisi air. Berhati-hati supaya air tidak masuk ke dalam cawan.
4. Tutup permukaan bekas menggunakan plastik pembalut jernih dengan ketat.
5. Letakkan gelang getah pada permukaan bekas untuk memastikan plastik tidak tertanggal.
6. Perhatikan bekas untuk melihat proses yang terjadi.

Perhatikan "embun" yang terhasil, ia akan bertukar menjadi titisan-titisan air yang besar dan akan menitis ke bawah sebagai "air hujan". Anda boleh mempercepatkan titisan air dengan menggerakkan bekas ke tempat teduh. Langkah berjaga-jaga perlu diambil supaya air tidak melimpah keluar! Teruskan pemerhatian untuk beberapa minit, kemudian buka penutup plastik dengan berhati-hati. Adakah cawan di dalam bekas masih lagi kosong?

HASIL PEMERHATIAN: Air daripada "laut" di dalam bekas telah tersejat, terkondensasi dan membentuk embun "awan" pada permukaan plastik. Apabila awan menjadi tepu, air akan turun sebagai "air hujan" dan masuk ke dalam cawan!

Eksperimen ini diadaptasi daripada sumber yang diberikan oleh Monroe County Water Authority (www.mcwa.com/MyWater/KidsWaterFun.aspx#cycle)

AKTIVITI 4: SIMULASI RAWATAN AIR (SMK)

BAHAN-BAHAN

- 4 cawan plastik jernih
- air
- alum
- tanah
- pasir
- batu-batu akuarium yang bersih
- sudu penyukat
- corong penuras
- penapis kopi berbentuk kon
- disinfeksi (bahan peluntur yang dicairkan dengan air – ¼ bekas air yang dititis 4 titik bahan peluntur)

Lakukan demonstrasi proses yang diambil untuk menghasilkan air minuman.

PROSEDUR

1. Sediakan air untuk ditapis dengan mencampurkan satu cawan air dengan ½ sudu tanah.
2. **PROSES PENGUDARAAN:** goncangkan air kotor (tanah) beberapa kali dengan menggunakan dua cawan. Kemudian, biarkan air terdedah ke udara untuk melepaskan gas yang terperangkap dan juga supaya oksigen di udara meresap masuk ke dalam air.
3. **PROSES PENGUMPALAN:** tambah satu sudu teh alum ke dalam air kotor (tanah) dan goncang sepenuhnya.
4. Untuk membuang bahan terampai di dalam air, serbuk alum dilarutkan di dalam air dan membentuk partikel kecil dan melekit yang dikenali sebagai "floc" yang akan melekat pada partikel bahan terampai. Dalam proses sedimentasi, "floc" yang bergabung dengan bahan terampai akan menjadi berat dan mendap ke dasar.
5. **PROSES SEDIMENTASI:** biarkan sampel untuk beberapa minit. Sementara sampel dibiarkan, sediakan bahan penuras seperti diterangkan pada langkah 6. Partikel "floc" yang besar akan terlarut ke dasar.
6. **PROSES PENAPISAN:** letakkan kertas penuras berbentuk kon ke dalam corong penuras dan masukkan lapisan batu-batuan pada dasar penapis dan diikuti dengan lapisan pasir di atas lapisan batuan tersebut.
7. Masukkan penapis ke dalam cawan yang bersih dan kosong. Tuangkan sampel ke dalam penapis.
8. Partikel "floc" akan terperangkap pada lapisan pasir dan batuan.
9. **PROSES DISINFEKSI:** tambahkan sedikit larutan peluntur yang telah dicairkan untuk menyahbakteria sampel. Pada ketika ini, anda boleh menggunakan kit 'pool' penyukat klorin yang boleh menyukat peluntur di dalam sampel akhir air yang ditapis.
10. Sedikit peluntur yang ditambah mampu membunuh bakteria di dalam air.

Nota: JANGAN benarkan pelajar minum air tersebut!

PERBINCANGAN

Aturkan kelas perbincangan selepas mendapatkan keputusan. Arahkan pelajar untuk merekodkan pemerhatian dan kesimpulan di dalam buku nota makmal. Gunakan maklumat di bawah untuk perbincangan.

1. Syarikat air perlu melalui beberapa langkah penting untuk memastikan kualiti dan keselamatan air untuk diminum.
2. Air yang diproses berasal daripada kitaran air semula jadi dan kebiasaannya akan dipindahkan dan dikumpulkan di kawasan takungan sebelum diproses.
3. Berikut adalah langkah yang dijalankan di loji rawatan air:
 - a. Pengudaraan
 - b. Penggumpalan
 - c. Sedimentasi
 - d. Penapisan
 - e. Pengklorinan

KESINAMBUNGAN

Soalan:

- Buat kesimpulan mengenai proses rawatan air yang telah dipelajari.
- Mengapakah terdapat banyak langkah yang perlu dijalankan?
- Kenapa setiap langkah itu penting?
- Kenapa proses rawatan air penting kepada kesihatan manusia?
- Perlukah kita merawat air untuk kegunaan lain selain daripada untuk minuman?

AKTIVITI 5: LAWATAN LAPANGAN (SK + SMK)

Semak aktiviti Hari Terbuka yang dilaksanakan oleh agensi pengurusan loji rawatan air dan kumbahan berdekatan anda dan rebut peluang untuk membuat lawatan. Adakan lawatan dan kenalpasti jenis rawatan yang dijalankan. Kenalpasti proses dan adakan perbincangan mengenai kebaikan dan juga isu-isu yang dihadapi oleh loji tersebut untuk merawat air dan air kumbahan anda.



(SUMBER: www.bloomberg.com)

MODUL 2: PENGUNAAN AIR DAN CABARAN

MODUL 2: PENGGUNAAN AIR DAN CABARAN

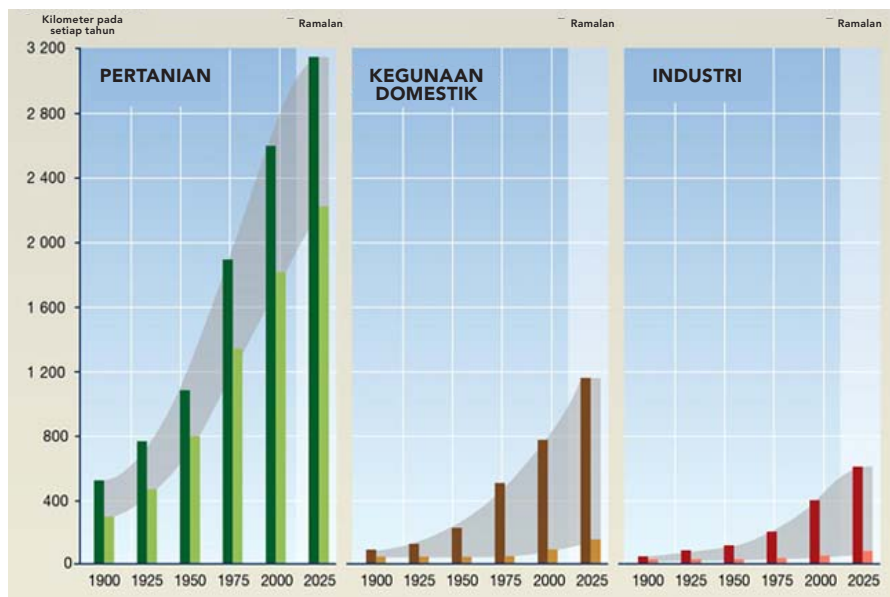
2.1 PENGENALAN

Kekayaan sumber air Malaysia memainkan peranan penting dalam pembangunan sosio-ekonomi negara. Empangan, saluran paip dan terusan adalah medium untuk mengagihkan air dari sungai-sungai bagi menampung keperluan domestik, industri dan pertanian. Sebanyak 97% daripada bekalan air tawar di Malaysia berpunca daripada sungai-sungai yang semakin tercemar dan hal ini menimbulkan persoalan mengenai status kualiti air mentah negara.

Di Malaysia, 76% air digunakan dalam sektor pertanian negara, diikuti dengan sektor industri iaitu 13% dan 11% untuk sektor perbandaran. Secara keseluruhan, hanya kurang daripada 1% daripada sumber air yang ada digunakan sebagai bekalan air minuman.

2.2 PERSPEKTIF GLOBAL MENGENAI AIR

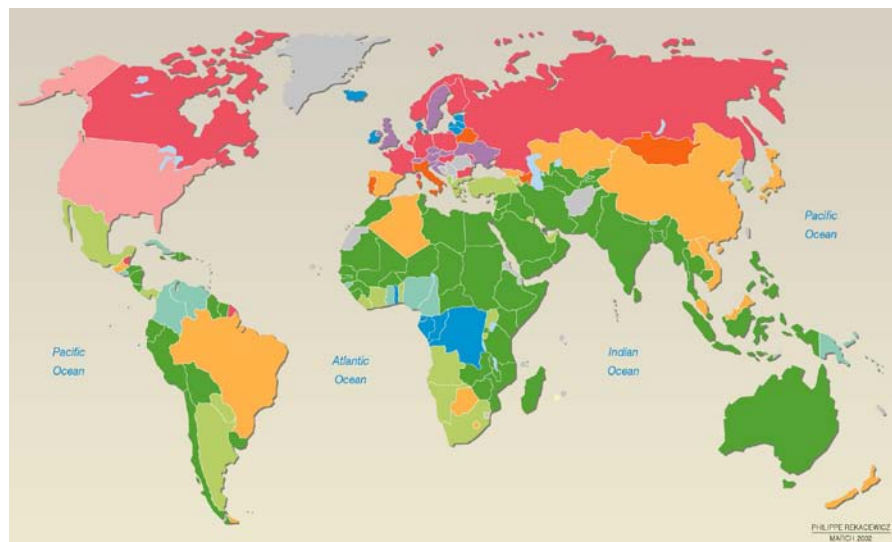
Lebih daripada satu bilion orang mendiami kawasan yang terhad air, dan sebanyak 3.5 bilion berpotensi untuk mengalami kekurangan air pada tahun 2025 (**SUMBER: World Resources Institute**). Peningkatan pencemaran telah memberi kesan kepada sumber air tawar dan ekosistem akuatik. Perubahan iklim adalah salah satu faktor yang mengakibatkan perubahan corak hujan dan meningkatkan kadar pencairan glasier, mengubah bekalan air dan meningkatkan kekerapan bencana banjir dan kemarau.



Jalur kelabu menunjukkan perbezaan di antara jumlah air yang diambil dan jumlah sebenar air digunakan. Air boleh diekstrak, diguna, dikitar semula (atau dikembalikan kepada sungai) dan diguna semula beberapa kali. Penggunaan air adalah fasa akhir di mana selepas itu ia tidak dapat digunakan lagi. Peningkatan kadar pengambilan air yang ketara menunjukkan pengeksploitasian air yang membimbangkan. Hanya sejumlah kecil air hilang disebabkan tersejat ke atmosfera.

RAJAH 11: PENGGUNAAN SUMBER AIR ANTARABANGSA UNTUK PERTANIAN, INDUSTRI, DOMESTIK, REKREASI & AKTIVITI ALAM SEKITAR

(SUMBER: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999)



RAJAH 12: PENGELUARAN AIR BERSIH SECARA GLOBAL

(SUMBER: Berdasarkan data dari jadual FW1 di *World Resources 2000-2001, People And Ecosystem: The Fraying Web Of Life*, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000)

2.2.1 PENGGUNAAN AIR

Di Malaysia, sistem pengairan amat penting untuk menampung penanaman padi dengan kekerapan dua kali setahun bagi meningkatkan pengeluaran produk yang menjurus kepada penjana pendapatan para petani.

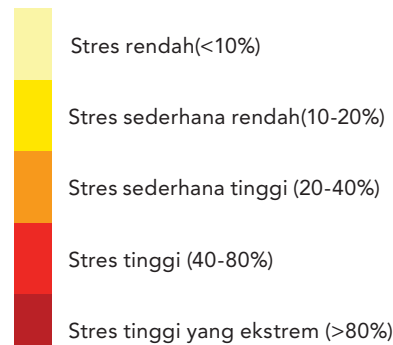
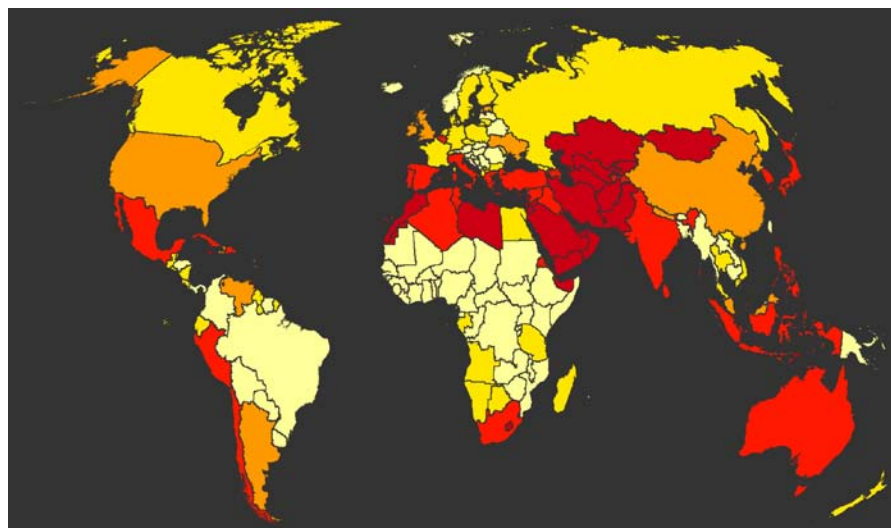
Secara tradisional, sistem pengairan telah menjadi suatu komponen yang penting untuk negara-negara yang membangun dalam penghasilan sumber makanan yang mencukupi. Pada masa akan datang, peningkatan kepadatan penduduk yang dijangka berlaku akan menjurus kepada penambahan keperluan makanan yang secara tidak langsung akan meningkatkan permintaan air. Persaingan untuk mendapatkan air serta sistem pengairan yang tidak cekap boleh menjejaskan kadar pengeluaran makanan pada masa hadapan.

2.2.2 KEKANGAN AIR

Kesan kekangan air atau kekurangan air boleh dikategorikan kepada fizikal (kekurangan air berkualiti), ekonomi (kekurangan infrastruktur, kewangan, teknikal dll.) atau institusi (kekurangan institusi dalam kebergantungan bekalan air yang terjamin).

Secara global, permintaan air yang tertinggi adalah sektor pertanian (pengairan, ternakan dan akuakultur), diikuti dengan sektor industri dan perbandaran. Kini, 12% digunakan oleh sektor perbandaran, 19% oleh industri manakala selebihnya, 69% oleh sektor pertanian melalui sistem pengairan (**SUMBER: www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm**).

Apabila penggunaan sesuatu negara mencapai tahap maksima, ia akan bergantung kepada sumber yang boleh diperbaharui; air bawah tanah, penyulenan air masin, osmosis dan air saliran. Pada masa ini, lebih daripada 40% daripada populasi dunia berhadapan dengan masalah kekurangan air, dan jumlah ini dijangka akan meningkat setiap tahun. Kekurangan air telah mula memberi impak ke atas beberapa benua dan menghalang pertumbuhan ekonomi dan sosial negara. Isu ini sangat ketara di negara-negara yang berhadapan isu sumber air yang terhad, kepadatan penduduk yang tinggi dan kadar pertumbuhan penduduk yang pesat. Ini kerana pertumbuhan penduduk yang pesat menghadkan jumlah air per kapita seseorang dan memaksa mereka berpindah ke kawasan yang lebih baik (tetapi air masih terhad dan boleh menyebabkan masalah ini berterusan).



Peta menunjukkan gambaran purata pengguna air di setiap negara terhadap stres air, nisbah jumlah pengeluaran terhadap jumlah bekalan air yang boleh diperbaharui dalam kawasan tertentu. Peratus tinggi membuktikan persaingan antara penggunaan air dengan sumber air yang terhad.

RAJAH 13: KEKANGAN AIR SECARA GLOBAL

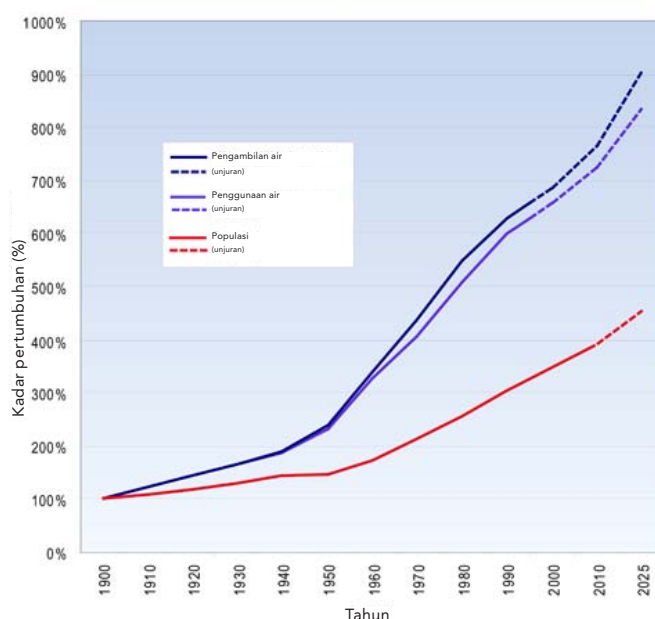
(SUMBER: World Resources Institute (WRI) *Aqueduct*, Gassert et al., 2013)

2.2.3 PUNCA UTAMA KEKANGAN (STRES) AIR

A. KEPADATAN POPULASI

Air adalah elemen penting dalam kehidupan. Selari dengan peningkatan penduduk dunia, permintaan dan kekangan sumber air yang terhad juga meningkat. Perubahan iklim akan berkait rapat dengan pertumbuhan penduduk dan ia juga memberi tekanan yang lebih besar kepada sumber air yang sedia ada. Air juga diperlukan untuk sektor pertanian dan industri serta penyaluran sisa pembuangan.

Sejajar dengan pertumbuhan populasi, keperluan penduduk juga meningkat seperti perumahan, haba, tenaga, pakaian dan terutamanya permintaan air serta makanan. Pertambahan penduduk pesat mengakibatkan bekalan makanan berkurangan dan juga meningkatkan pencemaran semasa proses pengeluaran makanan. Peningkatan kebergantungan ini telah memaksa para petani untuk mengusahakan tanah secara tidak optimum. Untuk menepati setiap keperluan, penduduk memerlukan sistem pengeluaran hasil pertanian yang lebih berkesan. Dengan ini, kita harus berusaha menguruskan air secara mampan.



RAJAH 14: PENGGUNAAN AIR SECARA GLOBAL DAN PERTUMBUHAN POPULASI SECARA GLOBAL SEJAK 1900

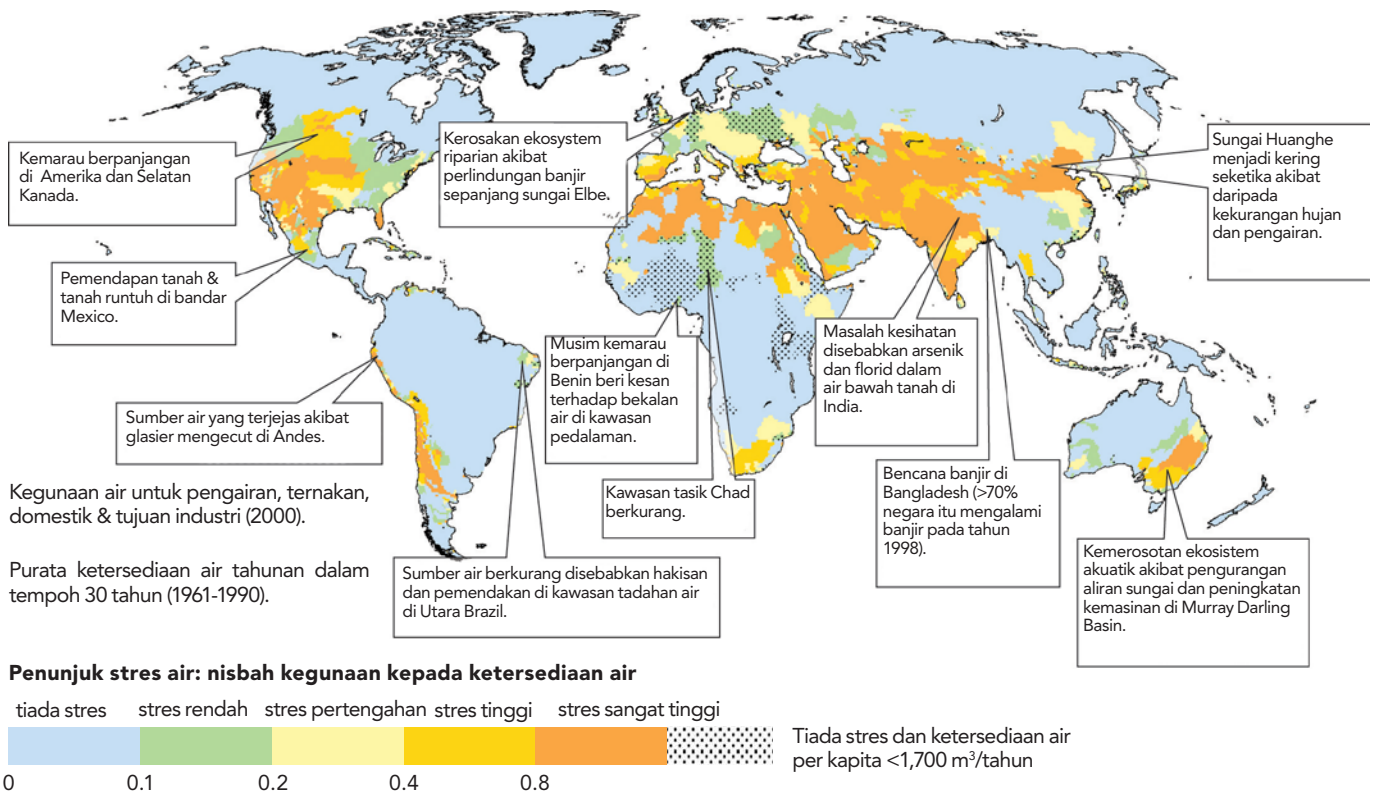
B. PEMBANGUNAN PESAT

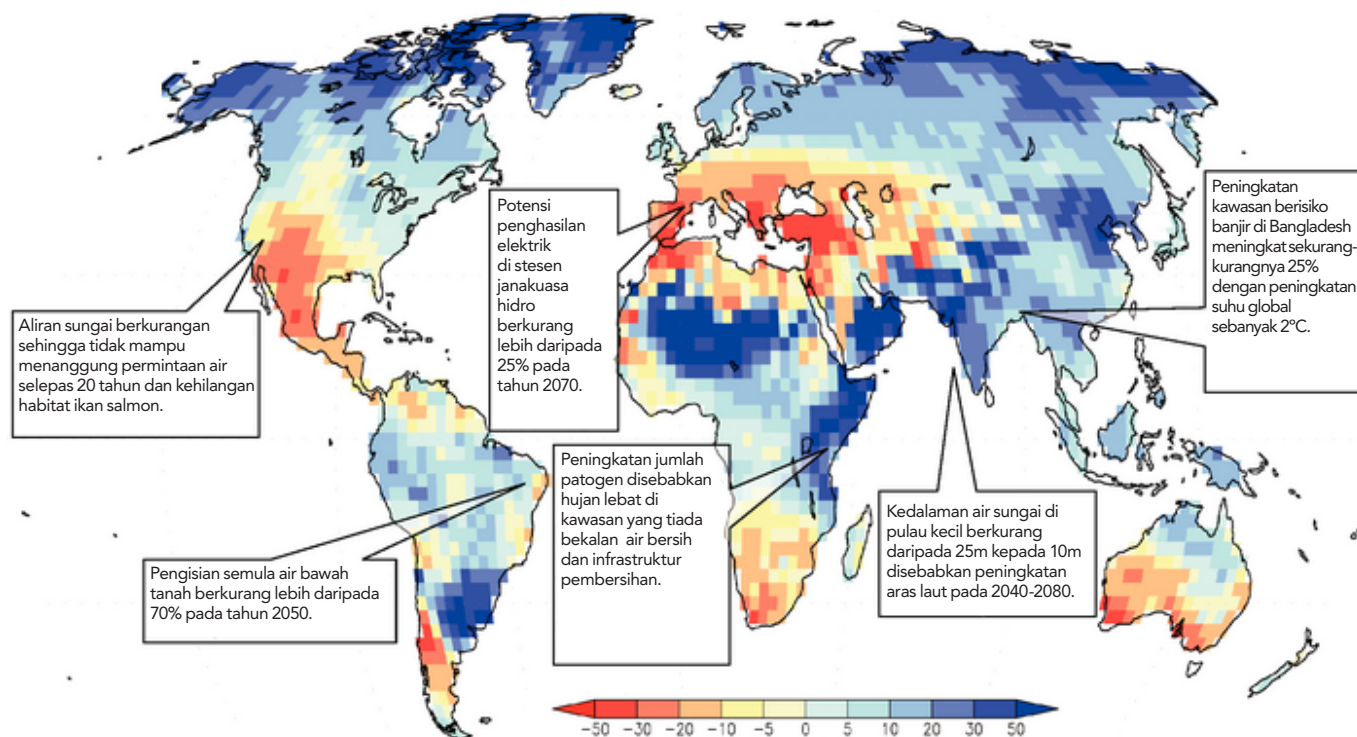
Kadar pertumbuhan urbanisasi yang tinggi menyebabkan hampir 50% daripada 6 bilion populasi dunia berpusat di bandar. Ini menyebabkan penduduk kawasan luar bandar tertekan untuk menghasilkan sumber makanan yang mencukupi (SUMBER: Varis 1998, Vakkilainen dan Varis, 1999). Unjuran pertumbuhan pembangunan telah menyebabkan peningkatan keperluan dan penghasilan produk yang memerlukan air yang tinggi. Ini juga akan meningkatkan penghasilan sampah dan pencemaran air.

C. PERUBAHAN IKLIM

Kira-kira 3.5 bilion orang tinggal di negara-negara yang mengalami krisis air dan dijangka pada tahun 2025, jumlah itu akan meningkat kepada dua pertiga. Paras air bawah tanah dan air sungai semakin surut di kebanyakan tempat di seluruh dunia disebabkan penggunaan air yang tinggi oleh manusia. Kawasan kemarau yang semakin meningkat akan memberi kesan kepada penurunan kapasiti penyimpanan air semula jadi serta pengaliran air sungai tahunan akibat daripada pencairan glasier untuk jangka masa panjang. Perubahan iklim mengakibatkan:

- Pengurangan kapasiti penyimpanan air semula jadi disebabkan pencairan glasier dan seterusnya mengurangkan jumlah ketersediaan air.
- Peningkatan kekurangan air adalah disebabkan oleh perubahan dalam taburan dan corak hujan.
- Ketidakstabilan ekosistem disebabkan oleh peningkatan suhu, cuaca yang tidak menentu dan kemarau berpanjangan. Ini akan mengurangkan keupayaan sistem semula jadi untuk menapis air dan mengelakkan banjir.
- Menjejaskan keupayaan dan keberkesanan infrastruktur bekalan air akibat daripada kesan banjir, cuaca yang melampau dan kenaikan paras air laut. Infrastruktur yang digunakan kini masih tidak mampu untuk menampung jumlah air yang besar. Oleh yang demikian, permintaan air yang tinggi pada musim kemarau panjang tidak dapat dibekalkan sepenuhnya.
- Pencemaran pantai dan sumber air bawah tanah disebabkan oleh kenaikan paras air laut dan kemasukan air masin ke dalam sungai, delta, dan akuifer.
- Peningkatan suhu air boleh menyumbang ke arah pertumbuhan alga dan bakteria.
- Peningkatan jumlah hujan berlebihan mengakibatkan banjir, kejadian hakisan tanah dan sisa buangan tersebar secara tidak terkawal.
- Penyumbang kepada risiko kesihatan persekitaran yang berkaitan dengan air.





RAJAH 16: PETA ILUSTRASI IMPAK PERUBAHAN IKLIM YANG BERKAIT DENGAN AIR BERSIH YANG MENGANCAM PEMBANGUNAN MAMPAN DI KAWASAN YANG TERJEJAS

(SUMBER: Intergovernmental Panel on Climate Change, www.ipcc.ch)

D. KONFLIK AIR

Persidangan Air dan Alam Sekitar Antarabangsa 1992 (*Dublin Statement*) menyatakan air merupakan elemen penting untuk kehidupan seharian manusia yang berkait rapat dengan ketersediaan dan kualiti air. Konflik air berlaku apabila sesebuah organisasi bertelagah untuk mengawal punca air tersebut. Ini boleh berlaku apabila permintaan sumber air bersih lebih tinggi daripada jumlah bekalan air yang sedia ada. Ia juga boleh berlaku apabila catuan air dilaksanakan.

Kajian *World Resources Institute* menunjukkan bahawa 11 buah negara yang akan mengalami kekurangan air menjelang tahun 2040 ialah Bahrain, Kuwait, Palestin, Qatar, San Marino, Singapura, United Arab Emirates, Israel, Arab Saudi, Oman, Lebanon, Chile, Estonia, Namibia dan Botswana. Timur Tengah, Afrika Utara dan Asia Selatan pula dijangka mengalami kekurangan bekalan air dalam beberapa tahun yang akan datang kerana sistem pengurusan air tidak cekap dan penggunaan air berlebihan. Kawasan ini sudah mengetengahkan isu kekurangan air terjamin, yang mana mereka telah menggunakan air bawah tanah dan penyulingan air laut yang boleh menjadi cabaran luar biasa pada masa hadapan.

Dengan konflik serantau, isu air boleh menjadi sangat serius seperti kemarau panjang dan kekurangan air di Syria telah mencetuskan pergolakan pada tahun 2011. Pengurangan sumber air dan sistem pengurusan yang tidak cekap memaksa hampir 1.5 juta orang terutamanya petani dan penternak kehilangan mata pencarian dan berpindah ke kawasan bandar yang menyebabkan krisis ketidakstabilan Syria makin meluas. Konflik air juga telah mengakibatkan penggolakan di Asia Barat.

Keadaan kekangan air yang sangat tinggi akan mendorong industri, pertanian dan penduduk yang bergantung sepenuhnya dengan jumlah air yang terhad tertekan dan menerima kesan walaupun dengan sedikit perubahan dalam bekalan air. Situasi ini boleh mengancam keselamatan air negara dan merencatkan pertumbuhan ekonomi.

2.3 PERSPEKTIF RAKYAT MALAYSIA TERHADAP AIR

2.3.1 PENGGUNAAN AIR

Pertumbuhan populasi dan industri yang kian pesat telah menyebabkan permintaan air tahunan bertambah sebanyak 12% di Malaysia. Pada tahun 2020, sektor industri dan domestik dijangka melonjak dan menjadi pengguna utama air negara. **(SUMBER: Malaysia's Water Vision: The Way Forward – The Malaysian Water Partnership)** Sila rujuk JADUAL 6 untuk butiran lanjut mengenai unjuran permintaan air bagi Malaysia sehingga 2050.

Kekayaan sumber air dan jumlah taburan hujan yang tinggi menyebabkan pembaziran air dengan purata penggunaan sebanyak 210 liter per kapita setiap hari. Hanya 30% daripada jumlah ini digunakan untuk memasak dan minuman, selebihnya digunakan untuk utiliti seperti mencuci kereta, membasuh kolam dan mencuci pakaian. Kadar penggunaan air penduduk Malaysia amat tinggi berbanding dengan negara-negara jiran seperti Thailand (160-170 liter per kapita sehari), Singapura (130-150 liter) dan Indonesia (140-160 liter).

SEKTOR	2010	2020	2030	2040	2050
Air boleh diminum	5.29	6.78	7.67	8.27	9.30
Air minuman proses	5.29	5.79	6.09	6.42	6.68
Pengairan padi	8.27	9.11	8.05	7.64	7.21
Pengairan bukan padi	1.18	1.12	1.11	1.15	1.18
Ternakan	0.13	0.18	0.26	0.38	0.58
Perikanan	1.29	1.59	1.92	2.39	1.29
SEMUA SEKTOR	14.79	17.21	17.09	17.69	18.23

Kuantiti air yang besar digunakan dalam industri lain seperti kelapa sawit yang memerlukan secara purata 1,000 liter untuk setiap 1 kg. Walau bagaimanapun, penghasilan 1 kg produk minyak sawit memerlukan penambahan 4,000 liter air untuk proses pengekstrakan minyak kelapa sawit. JADUAL 7 menunjukkan jumlah keperluan air oleh semua sektor di Malaysia.

JADUAL 6: JADUAL ANGGARAN PERMINTAAN AIR (2010-2050)

NEGERI	LUAS KAWASAN (KM ²)	JUMLAH PERMINTAAN PENGGUNAAN AIR (MCM)					HUJAN EFEKTIF (MCM/YEAR)	LEBIHAN / DEFISIT (MCM): ALIRAN TAK TERKAWAL				
		2010	2020	2030	2040	2050		2010	2020	2030	2040	2050
Perlis	821	306	299	286	284	281	60	(246)	(239)	(226)	(224)	(221)
Kedah	9,500	2,922	2,976	2,842	2,873	2,876	1,070	(1,852)	(1,906)	(1,772)	(1,803)	(1,806)
Pulau Pinang	1,048	765	829	835	874	894	130	(635)	(699)	(705)	(744)	(764)
Kelantan	15,099	1,632	1,619	1,586	1,600	1,604	2,650	1,018	1,031	1,064	1,050	1,046
Terengganu	13,035	884	975	970	999	1,026	3,310	2,426	2,335	2,340	2,311	2,284
Perak	21,035	1,949	1,923	1,798	1,801	1,811	3,140	1,191	1,217	1,342	1,339	1,329
Selangor	8,396	2,238	2,491	2,570	2,760	2,922	960	1,278	1,531	1,670	1,800	1,962
Pahang	36,137	726	946	897	911	959	6,460	5,739	5,514	5,563	5,549	5,501
Negeri Sembilan	6,686	340	361	358	366	374	640	300	279	282	274	266
Melaka	1,664	323	366	376	409	439	140	(183)	(226)	(336)	(269)	(299)
Johor	19,210	715	881	1,033	1,164	1,301	3,290	2,575	2,409	2,257	2,126	1,989
SEM.MALAYSIA	132,631	12,800	13,664	13,551	14,040	14,488	21,170	8,370	7,506	7,619	7,130	6,682
Sabah	73,631	912	1,356	1,392	1,442	1,469	16,210	15,298	14,854	14,818	14,768	14,741
Sarawak	124,450	1,054	2,162	2,125	2,175	2,247	27,440	26,386	25,278	25,375	25,265	15,193
WP Labuan	91	18	24	26	28	29	30	12	6	4	2	1
PT.MALAYSIA	198,172	1,985	3,541	3,542	3,645	3,745	53,190	51,205	49,649	49,648	49,545	49,445
MALAYSIA	330,803	14,785	17,205	17,093	18,233	18,233	74,350	59,565	57,145	57,257	56,665	56,117

JADUAL 7: JUMLAH PERMINTAAN AIR DI MALAYSIA DAN JUMLAH PERMUKAAN AIR YANG TERSEDIA DI SEMUA SEKTOR

2.3.2 ISU-ISU AIR UTAMA DAN CABARAN DI MALAYSIA

Berdasarkan kepada kajian keberkesanan pelaksanaan IWRM di Malaysia (2008 dan kajian seterusnya pada 2011), isu-isu utama yang berkaitan dengan air yang telah dikenal pasti adalah seperti berikut:

ISU-ISU AIR (NAHRIM, 2008)	ISU-ISU AIR (JPS, 2011)
1 Kualiti Air Sungai	1 Lebihan air
2 Tadahan/Pengurusan Penggunaan Tanah	2 Kekurangan air
3 Banjir	3 Pencemaran air
4 Bekalan air yang boleh diminum	4 Perubahan iklim
5 Susunan institusi	5 Pelaksanaan sistem pengurusan air
6 Pengurusan koridor sungai	
7 Pengurusan tanah lembap	
8 Penyakit bawaan air	
9 Biodiversiti	
10 Kemarau	
11 Faktor persekitaran	

JADUAL 8: ISU-ISU BERKAITAN DENGAN AIR

A. AIR BERLEBIHAN

Hujan lebat yang berterusan atau terlalu kerap boleh menyebabkan banjir. Hal ini terjadi apabila taburan hujan melebihi kapasiti takungan sistem perparitan tersebut. Apabila keadaan ini terjadi di kawasan lapang atau kawasan pembangunan, banjir lumpur berkemungkinan berlaku.

Banjir kilat kerap berlaku di anak sungai yang kecil, tebing sungai yang rendah atau jeram, manakala pesisiran pantai berisiko dilanda ribut dari laut seperti tsunami atau siklon tropika.

Banjir bandaran berlaku di kawasan berkepadatan pembangunan yang tinggi dan berkait rapat dengan sistem perparitan yang tidak efisien. Banjir ini juga boleh dikategorikan sebagai banjir kilat. Ia memberi impak yang ketara terhadap komuniti atau penduduk setempat seperti kejadian banjir yang berlaku di Cameron Highlands, Pantai Timur, Johor dan beberapa kawasan lain.

Antara kesan banjir termasuklah kehilangan nyawa, kemusnahan harta benda dan infrastruktur seperti jambatan, sistem pengairan dan kumbahan. Adakalanya banjir akan melumpuhkan fasiliti-fasiliti seperti elektrik, telefon dan kemudahan awam.

Selain itu, kejadian banjir boleh mengakibatkan bekalan air bersih dan minuman untuk mangsa banjir tercemar. Ini akan meningkatkan risiko penyakit bawaan air seperti demam kepialu, giardia dan taun. Banjir juga mengakibatkan pemansuhan aktiviti ekonomi di kawasan yang terlibat termasuklah pertanian, perternakan dan industri komersial. Secara tidak langsung, kawasan tersebut akan menyebabkan kekurangan bekalan makanan untuk manusia.

B. KEKURANGAN AIR

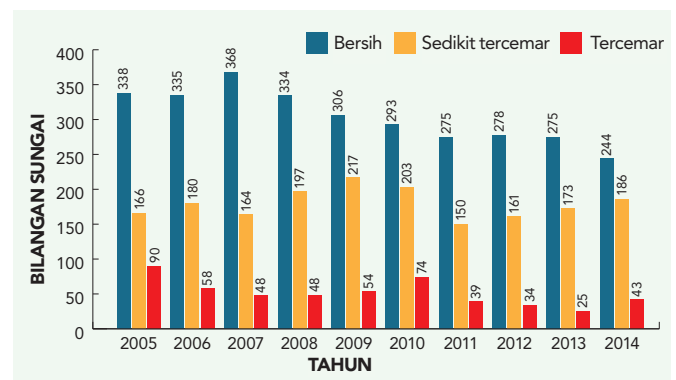
Taburan hujan yang bermusim (*temporal dan spatial*) telah mencetuskan masalah kekangan air kepada beberapa negeri atau daerah di Malaysia. Musim kemarau yang panjang menyebabkan bekalan air tidak mencukupi di negeri-negeri yang bergantung kepada sektor pertanian berskala besar seperti pengeluaran beras di Perlis, Kedah dan Selangor dan perindustrian di Pulau Pinang, Selangor dan Wilayah Persekutuan. Permintaan yang meningkat dan kekangan (stres) terhadap sumber air berpunca daripada:

- Pertumbuhan populasi (29 juta 2010 – 42 juta 2050).
- Kepesatan ekonomi.
- Persaingan antara pengguna.
- Penggunaan per kapita tinggi (210 l/c/d).
- Purata air yang tidak terhasil tinggi (36%).
- Pencemaran menyebabkan penurunan kuantiti air bersih.
- Ketersediaan per kapita air semakin berkurangan.
- Perubahan Iklim (corak hujan).

C. PENCEMARAN AIR

Sungai dan saliran air terdedah kepada pencemaran tidak tetap dan tetap. Anggaran terkini pembuangan sisa dari Lembah Kelang ke dalam sistem sungai adalah sebanyak 60 tan setiap hari. Malahan 60% daripada tasik dan takungan mengalami pencemaran dengan aktiviti manusia terutamanya pencemaran nitrat dan fosfat yang berpunca daripada baja dan racun perosak dalam pertanian. Pencemaran sungai juga merupakan faktor utama kepada gangguan bekalan air yang tidak berjadual. Faktor-faktor yang menyumbang kepada pencemaran air negara adalah seperti berikut:

- Pengurusan sisa pepejal yang tidak mampan.
- Pengurusan kumbahan secara haram/tidak cekap.
- Pembuangan sampah secara haram.
- Air sisa yang tidak dirawat dari pasar basah, ladang penyembelihan.
- Pencemaran minyak dari bengkel kereta, gerai-gerai makanan, pusat mencuci kereta, dan lain-lain.
- Air buangan/kumbahan yang tidak dirawat daripada industri.
- Sisa makanan daripada restoran.
- Sisa pembinaan dibuang sewenang-wenangnya.
- Taman rekreasi.
- Pengubahsuaian sungai (konkrit).
- Nutrien yang berlebihan dalam air.



RAJAH 17: POLA KUALITI AIR DI MALAYSIA

2.3.3 ANCAMAN DARI PERUBAHAN IKLIM

El Niño dan La Niña adalah iklim hangat dan sejuk yang berulang di seluruh tropika Pasifik juga dikenali sebagai El Nino-Ayunan Selatan, atau "ENSO".

Iklim ini beralih ke belakang dan depan setiap dua hingga tujuh tahun dan setiap fasa mencetuskan gangguan suhu, hujan, dan angin.

Perubahan ini akan mengganggu pergerakan udara di kawasan tropika yang mencetuskan kesan sampingan global (**SUMBER: www.climate.gov/enso**). Fasa-fasa ini menyebabkan dua ancaman utama kepada sumber air seperti kadar kuantiti atau pelepasan dan juga kepada kualiti air. Ancaman adalah seperti jadual di bawah:

KUANTITI AIR / PELEPASAN	Air berlebihan (hujan melampau, aliran)	• Peningkatan tahap banjir • Peningkatan hakisan tanah: mengubah suai struktur saliran dan pemendapan di sungai
	Kekurangan Air (kemarau)	• Mengurangkan aliran masuk ke takungan • Mengurangkan arus saliran: menjejaskan penarikan air mentah • Mengurangkan aliran air bawah tanah
KUALITI AIR	Air berlebihan (hujan melampau, aliran)	• Meningkatkan pencemaran, membuang sampah, nutrient dan sedimen
	Kekurangan Air (kemarau)	• Tahap pencemaran pekat dalam sungai

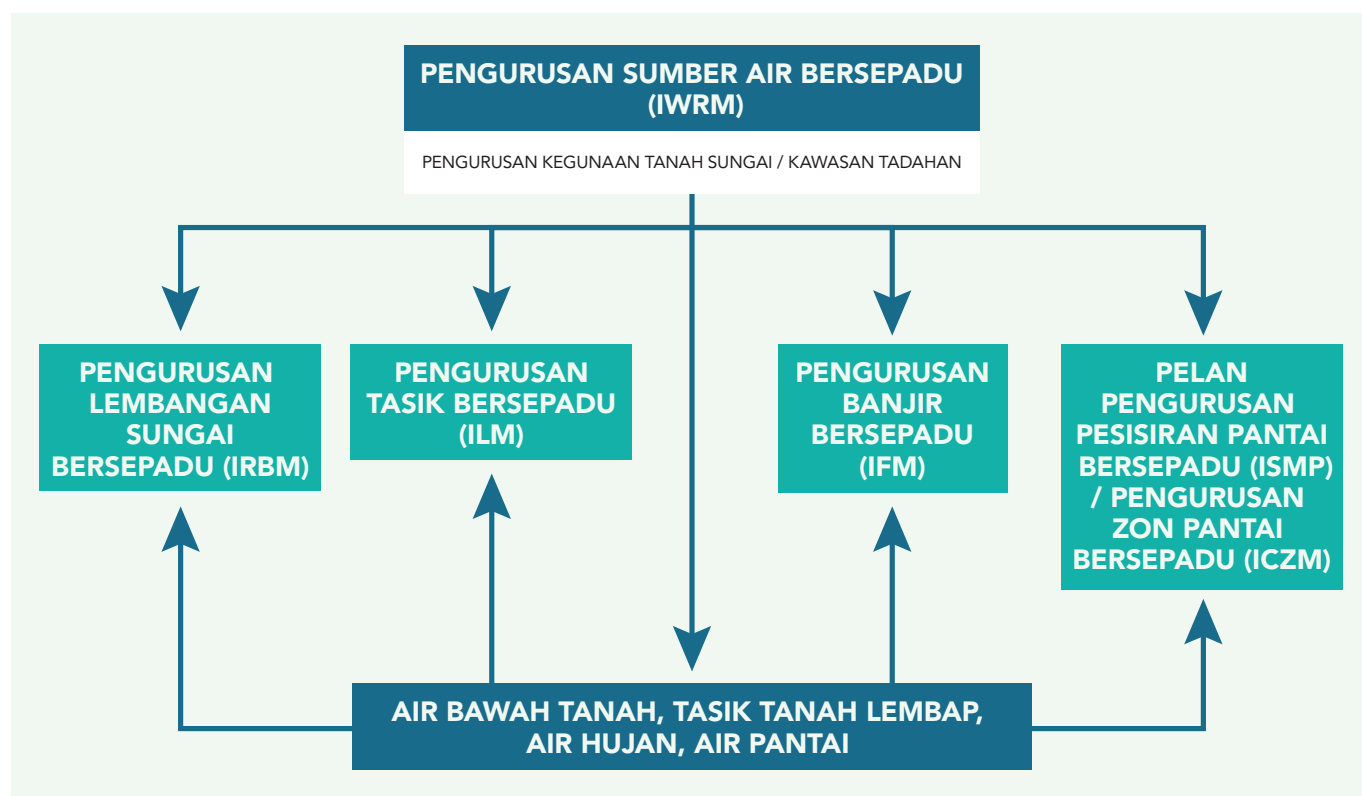
Punca dan kesan perubahan iklim ke atas sumber air adalah saling berkaitan dengan masalah sumber air berlebihan, berkurangan dan pencemaran. Kemerosotan kualiti air berpunca daripada pencemaran yang tidak tetap. Pencemaran punca tidak tetap sukar dikawal berbanding dengan pencemaran punca tetap yang menggunakan sistem saluran paip atau saliran yang berbeza. Pencemaran punca tidak tetap berlaku apabila aliran air mengalir melalui darat atau bawah tanah yang mengandungi bahan nutrien, garam, bahan organik, tanah atau bahan kimia mengalir terus ke anak sungai, tasik, paya atau air bawah tanah. Pencemaran yang tinggi

menyebabkan kesan seperti nutrien berlebihan, pertumbuhan alga yang tidak diingini, jumlah pepejal terlarut yang lebih tinggi, kekeruhan, oksigen terlarut lebih rendah, perubahan pH, suhu yang lebih tinggi dan peningkatan mikroorganisma patogenik. Keadaan ini akan memberi kesan yang negatif terhadap bekalan air dan meningkatkan kos rawatan seperti ultrafiltrasi/mikro dan penyelenggaraan. Oleh itu, pengurusan pencemaran punca tidak tetap memerlukan perancangan bekalan air yang rapi untuk mengurangkan kesan terhadap perubahan iklim. (**SUMBER: KeTTHA, *Impacts of Climate Change to Water Supply***)

2.3.4 KEADAAN SEMASA TADBIR URUS BEKALAN AIR YANG BOLEH DIMINUM

Setakat ini, tiada agensi/pihak yang diberikan kuasa untuk merancang, menyelarar, dan melaksanakan IWRM. Majlis Sumber Air Negara (**SUMBER: NWRC, Jun 1998**) telah membentuk satu badan penyelarar bagi menguruskan hal ehwal air, tetapi tidak merangkumi penguatkuasaan untuk menjalankan fungsi ini (penggubalan undang-undang adalah penting untuk melaksanakan IWRM). Air telah diperuntukkan dalam Jadual Ke-9, Perkara 74 Perlembagaan Persekutuan yang membolehkan negeri-negeri untuk menguruskan sumber air melalui pewartaan kawasan tadahan air dan kawalan pembangunan. Buat masa ini, sumber air dikawal selia melalui undang-undang yang lama di kebanyakan negeri tanpa keseragaman.

Antara strategi yang dicadangkan untuk menangani isu-isu ini adalah: Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM) - Pengurusan Lembangan Sungai, Tadbir Urus Sumber Air dan Pengurusan Permintaan Air seperti dalam RAJAH 18.



RAJAH 18: AGENSI PENGURUSAN AIR KEBANGSAAN

2.4 AGENSI AIR DI MALAYSIA

Pelbagai pihak berkuasa dan agensi terlibat dalam pengurusan air di Malaysia. Setiap agensi mempunyai tanggungjawab yang berbeza. JADUAL 9 merangkumi maklumat berkaitan agensi-agensi air di Malaysia.

JADUAL 9: AGENSI AIR DI MALAYSIA

(SUMBER: www.globalwaterintel.com/archive/10/6/general/malaysias-new-look-water-sector.html)

AGENSI	TANGGUNGJAWAB	PENERANGAN
Majlis Sumber Air Negara dipengerusikan oleh Perdana Menteri	Hal berhubung dengan sumber air, air antarabangsa, antara negeri, isu kepentingan negeri.	Penyelarasan dalam pengurusan lembangan sungai antara semua Kerajaan Negeri yang terlibat.
Kerajaan Persekutuan (Kementerian Tenaga, Air dan komunikasi)	Hal berhubung dengan polisi dan dasar.	Pembangunan Dasar Air Negara. secara holistik.
Kerajaan negeri dan wilayah (13 buah negeri & 3 wilayah)	Hal berhubung dengan pengurusan air tawar.	Mengawal abstraksi air mentah dan pengurusan air/kawasan tadahan.
Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN)	Hal berhubung dengan peraturan dan undang-undang.	Mengawal selia industri perkhidmatan air dan pembetungan.
Kementerian Kewangan - Pengurusan Aset Air Inc - PAA	Pengurusan aset.	Memperoleh dan menguruskan semua aset berkaitan air milik negeri.

Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS)	Perancangan dan pembangunan sumber air. Bekalan air, kawalan pencemaran air, pengurusan kualiti air, perparitan dan kawalan banjir, kawasan tadahan air dan pengairan.	Menyediakan perkhidmatan perundingan teknikal bagi: • Sumber air • Sistem pengairan dan saliran • Jalan ladang • Masalah banjir • Struktur sungai dan penebatan • Khidmat nasihat teknikal
Jabatan Alam Sekitar (JAS)	Kawalan pencemaran air. Pengurusan kualiti air	Untuk mencegah, mengawal dan mengelakkan pencemaran melalui penguatkuasaan Akta Kualiti Alam Sekitar 1974. • Bahagian IV Seksyen 25: Sekatan ke atas pencemaran perairan daratan • Bahagian IV Seksyen 29: Larangan Melepaskan buangan ke dalam perairan Malaysia
Jabatan Perhutanan	Kawasan tadahan air.	Memulihara hutan untuk perlindungan banjir dan tadahan air untuk mengekalkan kualiti air.
Unit Perancang Ekonomi (UPE) Negeri	Pengurusan sosio-ekonomi	Lanjutan daripada EPU Persekutuan dan bertanggungjawab bagi perancangan program pembangunan sosial-ekonomi di negeri masing-masing.
Pihak Berkuasa Tempatan (PBT/ Pihak Berkuasa Air Negeri) Terdapat dua kategori pihak berkuasa Tempatan: a. Majlis Perbandaran b. Majlis Daerah	Kawalan banjir dan sistem perparitan.	Bertanggungjawab untuk pembinaan dan penyelenggaraan sistem saliran tempatan yang sebahagian besarnya merupakan saliran utama dan longkang sekunder. Banjir yang disebabkan oleh sistem perparitan dan pemetungan yang tersumbat.

AKTIVITI MODUL 2

AKTIVITI 1: PENYAKIT BAWAAN AIR (SMK)

Apakah 5 jenis penyakit bawaan air tercemar yang boleh menjejaskan kesihatan? Terangkan bagaimana penyakit ini tersebar, gejala, dan langkah-langkah pencegahan.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

AKTIVITI 2: PERBENDAHARAAN KATA (SMK)

1. Rujuk kepada kamus untuk tentukan definisi perkataan berikut:

- A. ALAM SEKITAR**
- B. PENCEMARAN**
- C. PERUBAHAN IKLIM**
- D. HUJAN**
- E. EUTROFIKASI**
- F. KUMBAHAN**
- G. AIR LARUT SERAP**
- H. PUPUS**
- I. BOLEH DIPERBAHARUI**
- J. SANITASI**

2. Bentukkan dua ayat menggunakan perkataan di atas berdasarkan maksud yang dipelajari.

AKTIVITI 3: JENIS PENCEMARAN (SK + SMK)

1. Gambar-gambar di bawah menunjukkan badan-badan air tercemar. Kenalpasti dan senaraikan punca pencemaran tersebut.



2. Adakah punca pencemaran yang sama berlaku di kawasan rumah atau sekolah anda? Buat lawatan lapangan sekitar kawasan rumah atau sekolah anda dan kenalpasti sumber pencemaran sekeliling anda.
3. Apa yang anda boleh lakukan untuk mengurangkan pencemaran sungai, tasik dan laut? Berikan tiga penyelesaian.

AKTIVITI 4: KEMARAU (SK + SMK)

1. Kongsi bersama pengalaman peribadi kejadian kemarau dan catuan air di Malaysia? Mungkin anda, rakan-rakan atau keluarga anda turut terjejas akibat kemarau atau catuan air bukan sahaja baru-baru ini tetapi pada masa lalu. Temuramah mereka dan tuliskan laporan mengenai kisah-kisah mereka.



MEMBAWA BEKAS AIR DI BALAKONG, FEBRUARI 25, 2014. GAMBAR OLEH MOHD RASFAN, AFP, GAMBAR GETTY



GAMBAR CATUAN AIR OLEH REUTERS

AKTIVITI 5: PERANAN SAYA (SMK)

Dapatkan maklumat berkenaan pengurusan bekalan air daripada pihak berkuasa atau agensi yang menguruskan air dengan sesi temu ramah. Sebagai contoh, terdapat beberapa kata kunci yang anda boleh tekankan semasa temu ramah tersebut:

1. Pengurusan lembangan sungai
2. Pemuliharaan kawasan tadahan air
3. Bekalan air mentah
4. Kawalan pencemaran air
5. Kawalan banjir
6. Pengurusan empangan terutamanya semasa musim kemarau
7. Pengurusan aset

Dengan berpanduan maklumat yang telah diperolehi, sediakan satu laporan berkenaan hasil kajian anda.

(pilihan) **Aktiviti lain:** Kenalpasti isu-isu air di rumah atau setempat. Berbincang dengan pihak berkuasa mengenai tanggungjawab terhadap isu tersebut dan bagaimana cara menyelesaikannya?

(pilihan) **Aktiviti lain:** Kenalpasti jenis aktiviti industri yang menggunakan air berlebihan.



(SUMBER: www.themalaymailonline.com)

MODUL 3:

PENGURUSAN AIR DI MALAYSIA

MODUL 3: PENGURUSAN AIR DI MALAYSIA

3.1 AIR PERMUKAAN

Malaysia mempunyai sumber air permukaan yang mencukupi tetapi tidak diuruskan dengan kaedah yang baik. Sumber air permukaan (terutama sungai) adalah lebih banyak berbanding air bawah tanah dengan anggaran sebanyak 566 bilion m³ berbanding dengan hanya 64 bilion m³ yang merupakan sumber air bawah tanah (**SUMBER: FAO, 2005**). Oleh hal yang demikian, Malaysia perlu memberi perhatian kepada pemeliharaan dan pemuliharaan sumber air permukaan dengan merangkumi perlindungan sumber air mentah, pengurusan sungai yang lebih cekap, memastikan keperluan air yang cukup untuk flora, fauna dan alam sekitar di samping memastikan kawasan tadahan air sedia ada diwartakan sebagai kawasan simpanan/tadahan air tetap/kekal.

Pemuliharaan air dijalankan dengan pelbagai teknik untuk mengekalkan kelestarian sumber air negara. Pengurusan permintaan air merupakan salah satu subset pemuliharaan yang dilaksanakan dengan tujuan untuk mengurangkan pembaziran jumlah air yang digunakan.

Sebagai contoh, pemasangan tandas jimat air adalah salah satu langkah pengurusan air bijak tetapi memasang sistem penuaian air hujan boleh dikelaskan sebagai satu langkah pengurusan permintaan air. Ini kerana kadar penggunaan air terawat masih boleh meningkat walaupun permintaan terhadap air menurun. Penggunaan sumber air secara mampan dan berhemah oleh semua pihak berkepentingan akan membantu pertumbuhan ekonomi negara dengan lebih berkesan berbanding dengan pelaburan untuk membina empangan, takungan, loji rawatan dan sistem rangkaian pengedaran air. Air permukaan yang tercemar juga akan secara langsung memberi kesan terhadap air bawah tanah, menjadikan ia tercemar dan tidak sesuai untuk diminum.

3.2 PENGURUSAN SUMBER AIR BERSEPADU (IWRM)

Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM) merupakan pelan pembangunan dan pengurusan air, tanah dan sumber-sumber lain yang berkaitan dilaksanakan secara bersepadu bagi memaksimumkan pulangan ekonomi dan pencapaian kesejahteraan sosial secara saksama tanpa menjejaskan kelestarian ekosistem (**SUMBER: Global Water Partnership 2012**).

IWRM menunjukkan kebanyakan penggunaan sumber air terhad adalah saling bergantung. Permintaan air yang tinggi untuk sistem pengairan, sistem perparitan dan saliran pertanian, ketersediaan air yang terhad untuk minum atau kegunaan industri; serta pencemaran air sungai dengan air sisa perbandaran dan perindustrian yang mengancam ekosistem dan hidupan aquatik merupakan antara isu yang dapat diintegrasikan di bawah IWRM.

IWRM adalah berdasarkan pemahaman bahawa sumber air adalah komponen penting dalam ekosistem di mana ia merupakan sumber semula jadi penting untuk pertumbuhan ekonomi dan sosial masyarakat. Dasar strategi IWRM berasaskan empat Prinsip Dublin yang dibentangkan semasa Sidang Kemuncak Dunia di Rio de Janeiro pada tahun 1992 adalah seperti berikut:

1. **SUMBER TERHAD.** Ia adalah penting untuk kehidupan, pembangunan dan alam sekitar. Prinsip ini menjadikan lembangan sungai atau kawasan tadahan air sebagai unit pengurusan air, juga dikenali sebagai pendekatan hidrografik dalam pengurusan air.

2. **PENDEKATAN MELALUI PENGLIBATAN.** Pengurusan air perlu berdasarkan pendekatan penyertaan, melibatkan pengguna, perancang dan pembuat dasar di semua peringkat. Semua orang adalah pihak berkepentingan dalam isu air dan penyertaan sebenar hanya akan berlaku apabila pihak berkepentingan itu terlibat dalam proses membuat keputusan.
3. **PERANAN WANITA.** Wanita memainkan peranan penting dalam pengumpulan dan pemeliharaan air untuk kegunaan domestik dan pertanian namun mereka tidak mempunyai pengaruh dalam pengurusan, analisis masalah dan dalam proses membuat keputusan yang berkaitan dengan sumber air.
4. **MENGINTEGRASIKAN 3E (EQUITY, EFFICIENCY, ECONOMIC SUSTAINABILITY).** Pengurusan sumber air bersepadu adalah berdasarkan kepada pengurusan yang adil dan cekap serta penggunaan air yang lestari. Dalam IWRM, air dilihat sebagai satu bahagian penting dalam ekosistem, sumber semula jadi, sosial dan ekonomi, di mana 3E itu adalah ekuiti sosial, kecekapan ekonomi dan kemampanan ekonomi.

3.2.1 MALAYSIA DAN IWRM

Malaysia mengaplikasikan konsep dan pendekatan IWRM selepas pengisytiharan Persidangan Antarabangsa mengenai Air dan Alam Sekitar (Dublin, 1992), Sidang Kemuncak Bumi (Rio de Janeiro, 1992), Sidang Kemuncak Dunia Pembangunan Lestari (Johannesburg, 2002) dan Forum Air Sedunia (Marrakech, 1997; Hague, 2000; Kyoto, 2003; Bandar Mexico, 2006 dan Istanbul, 2009) yang mengiktiraf IWRM sebagai jalan ke hadapan dalam pengurusan sumber air secara mampan.

Malaysia, melalui Rancangan Malaysia ke-10, adaptasikan IWRM dan melaksanakan:

"Pengurusan sumber air secara menyeluruh akan dinilai semula dari punca air; kitaran air, rawatan air dan akses air bersih kepada pengguna sehingga proses pelepasan air buangan ke persekitaran."

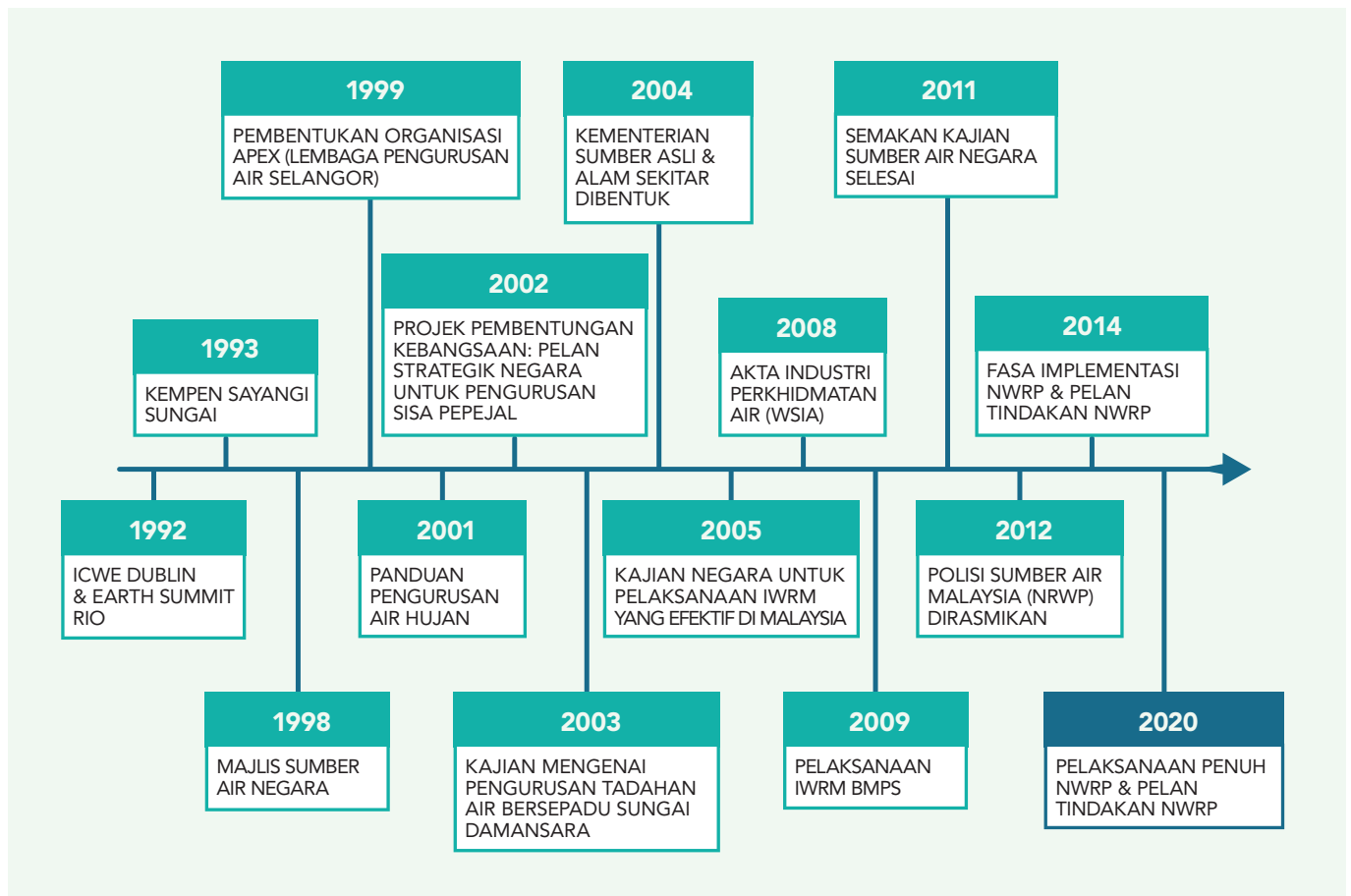
"Mengembangkan pelaksanaan Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM) dan Pengurusan Lembangan Sungai Bersepadu (IRBM) dalam perancangan, pengurusan, perlindungan serta pemulihan sumber air."

"Selain itu, Malaysia telah membangunkan Dasar Sumber Air Negara (DSAN) Malaysia yang seiring dengan Wawasan 2020 (ke arah mencapai status negara maju), di mana Malaysia akan terus komited untuk memulihara dan menguruskan sumber air untuk memastikan air mencukupi dan selamat untuk semua (termasuk alam sekitar)."

Dasar Sumber Air Negara (DSAN):

"Jaminan keselamatan dan kelestarian sumber air hendaklah menjadi keutamaan negara untuk memastikan air yang mencukupi dan selamat untuk semua, melalui penggunaan secara lestari, pemuliharaan dan pengurusan sumber air yang berkesan dengan satu mekanisme perkongsian bersama yang melibatkan semua pihak berkepentingan."

Objektif DSAN adalah untuk mengimbangi sistem semula jadi yang penting untuk ketersediaan sumber dan kualiti yang sedia ada bagi kegunaan manusia. Pada dasarnya ia digunakan untuk menentukan penggunaan sumber, pengeluaran sisa dan pencemaran sumber, dan juga untuk pembangunan seperti penggunaan air, penjaan sisa, pencemaran air dan pembangunan air Integrasi sektor ini berlaku secara intra dan inter kategori.



RAJAH 19: PELAN TINDAKAN PELAKSANAAN IWRM DI MALAYSIA

3.2.2 PROSES IWRM DI MALAYSIA

RAJAH 19 menunjukkan pelan tindakan pelaksanaan IWRM di Malaysia sejak dua dekad yang lalu dengan pelancaran polisi IWRM pada tahun 2012.

- Perlembagaan Persekutuan dipinda pada Januari 2005 untuk mengubah perkhidmatan air daripada Senarai Negeri kepada Senarai Bersama (*from state list to concurrent list*).
- Undang-undang baru mengenai Suruhanjaya Perkhidmatan Air diluluskan oleh Parlimen pada 2007
- 2008: Akta Industri Perkhidmatan Air dikuatkuasakan
- 2014: Dasar Sumber Air Negara diluluskan

A. PENGASINGAN TUGASAN PADA MAC 2004

Pengasingan tugas dari segi Akta & Peraturan berhubung Air & Perkhidmatan Bekalan Air yang melibatkan 2 kementerian utama:

- Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar (NRE) (Tanggungjawab: Untuk menyelia sumber asli negara dan alam sekitar & melihat alternatif dalam menangani isu-isu yang berkaitan dengan air, kekurangan air, kemerosotan kualiti air dan lain-lain)
- Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KeTTHA) (Tanggungjawab: Menguruskan perkhidmatan utiliti air seperti bekalan air domestik dan perindustrian, pembetungan dan penjanaan kuasa hidro)

B. PENUBUHAN INSTITUSI DAN PERBADANAN

- Lembaga Urus Air Selangor (LUAS): ditubuhkan pada 1 Ogos 2000, bertujuan untuk melaksanakan IWRM/IRBM di peringkat lembangan sungai di Negeri Selangor, selain daripada memulihara sumber pesisiran pantai dan alam sekitar.
- Jabatan Sumber Air Sabah.
- Lembaga Sumber Asli dan Alam Sekitar (Sarawak).
- Lembaga Urus Air Kedah (ISAN) - belum dilaksanakan sepenuhnya.
- Akta Industri Perkhidmatan Air (AKTA 655) 2006 dan Akta Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN) ditubuhkan (Fungsi: Memantau dan menyelia perkembangan industri air dan sistem pembetulan terutamanya mengenai hala tuju dasar yang ditubuhkan oleh kerajaan).
- Di bawah Rancangan Malaysia ke-9, Syarikat Pengurusan Aset Air (PAAB) telah ditubuhkan untuk memenuhi keperluan pembiayaan dalam membangunkan infrastruktur bekalan air seperti empangan, dan kemudahan lain untuk menyalurkan air paip mentah yang selamat dan bekalan air yang mencukupi untuk negara.
- *Malaysian Water Partnership* (MyWP) ditubuhkan pada November 1993.
- *The Malaysian Capacity Development* untuk IWRM (MyCDNet).
- *Malaysia Country Partnership*.

C. PERLEMBAGAAN PERSEKUTUAN

Perlembagaan Persekutuan telah menetapkan bidang kuasa Kerajaan Persekutuan dan Kerajaan Negeri ke atas sumber air seperti berikut:

1. Bidang kuasa Kerajaan Negeri merangkumi sumber air dalam aspek-aspek yang berkaitan seperti tanah, hutan, pertanian dan sungai.
2. Bidang kuasa Kerajaan Persekutuan berhubungkait dengan sumber air dari segi:
 - Perjanjian dan persetujuan antarabangsa.
 - Sungai yang merentasi antara negara.
 - Pemindahan air (jika tidak diselesaikan antara negara-negara).
 - Data dan pengumpulan maklumat dan pengurusan.
 - Kajian saintifik.
 - Menetapkan standard kebangsaan dan keselamatan.

Oleh itu, status terkini institusi yang terlibat dalam pengurusan sumber air di negara ini boleh diringkaskan seperti berikut:

1. Setiap negeri bertanggungjawab bagi pengurusan sumber air sendiri. Oleh itu, beberapa negeri telah membentuk organisasi pengurusan sumber air negeri sendiri untuk menguruskan sumber air seperti Selangor, Sabah dan Sarawak, manakala yang lain bergantung kepada jabatan-jabatan teknikal di bawah Kerajaan Persekutuan untuk memberikan sokongan teknikal yang diperlukan bagi pengurusan sumber air negeri.
2. Jabatan-jabatan teknikal yang berkaitan di bawah Kerajaan Persekutuan adalah seperti berikut:
 - Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) untuk pengurusan fizikal sungai dan sumber air pantai.
 - Jabatan Alam Sekitar (JAS) bagi pengurusan kualiti air sungai, tasik, sumber air pantai dan tanah.
 - Jabatan Mineral dan Geosains (JMG) untuk pengurusan fizikal sumber air bawah tanah.

3. Bagi memudahkan penyelarasan dan keseragaman dalam membuat keputusan terhadap sumber air antara negeri, Majlis Sumber Air Negara (MSAN) ditubuhkan pada tahun 1998 berperanan seperti berikut untuk:

- Pengurusan air di peringkat kebangsaan untuk memastikan kemampunan bekalan air untuk jangka panjang.
- Penyelesaian pertikaian sumber air antara negeri, termasuk penubuhan mekanisma yang bersetuju dengan syarat.
- Mengetengahkan undang-undang dan isu-isu lain yang diperlukan untuk membenarkan peningkatan penggunaan air melalui lembangan dalam negeri dan pemindahan air antara negeri.
- Menyelaraskan pelaksanaan projek-projek pembangunan sumber air.
- Menasihati kerajaan negeri tentang pemuliharaan, kawalan dan pewartaan kawasan tadahan air.
- Pengurusan data sumber air.
- Bertindak sebagai perbadanan tertinggi bagi urusan pentadbiran sumber air.
- Menetapkan polisi umum mengenai sumber air (perancangan, pembangunan dan pengurusan).
- Menasihati dan mengemukakan cadangan untuk perkara dalam dan antara negeri berkaitan dengan air.
- Semua perkara-perkara yang berkaitan dengan air pada peringkat antarabangsa.

Walaupun sumber air merupakan isu kerajaan negeri, ia juga merupakan warisan penting negara secara kekal yang perlu dipulihara dan dipelihara. Keberkesanan pelaksanaan IWRM akan menyumbang kepada merealisasikan keselamatan air dan kemampunan pengurusan air di Malaysia.

3.3 PENGURUSAN PERMINTAAN AIR

Kegunaan air meningkat dengan kadar populasi sehingga permintaan air melebihi bekalan air dan ketersediaan. Permintaan air meningkat dalam purata 4% setiap tahun dan dijangka akan mencapai 20 bilion m³ pada tahun 2020. Faktor yang mempengaruhi permintaan air adalah seperti berikut:

- Populasi
- Penggunaan Per Kapita (PCC)
- Permintaan air (domestik, industri, pengairan dan perikanan)
- Air tidak terhasil (NRW)
- Faktor perkhidmatan

Pengurusan permintaan air bertujuan untuk memaksimumkan penggunaan sumber di samping meminimumkan impak pengeluaran air terhadap ekonomi, sosial, alam sekitar serta kemampunan nya. Faedah pengurusan permintaan air boleh diringkaskan seperti berikut:

- Memastikan bekalan air yang mencukupi untuk kitaran ekologi;
- Mengurangkan kos rawatan dan pengagihan air serta rawatan air kumbahan;
- Mengurangkan modal bagi projek-projek infrastruktur yang besar;
- Menjimatkan tenaga di mana dengan adanya teknologi rawatan dan penyaluran air secara sistematik.

Hasil kajian Gabungan Persatuan-Persatuan Pengguna Malaysia (FOMCA) menunjukkan secara purata pengguna hanya memerlukan 80 liter sehari, termasuk tiga liter untuk minum bagi menjalani kehidupan yang serba cukup. Statistik juga menunjukkan 50% daripada isi rumah tidak mengambil sebarang langkah untuk mengatasi kebocoran sistem sedia ada, 70% tidak mempunyai sistem tangki simbah 'dual' yang boleh mengurangkan 30-60% daripada penggunaan air. Lebih 70% tidak menggunakan air hujan atau air yang dikitar semula (dari bilasan terakhir pakaian) untuk mengepam tandas. Amalan pembaziran lain termasuk tidak menggunakan kepala pancuran terkawal dan tidak menadah air hujan untuk berkebun. Pengurusan permintaan air adalah dasar yang penting dalam pemuliharaan air.

3.4 JEJAK AIR (WATER FOOTPRINT)

Jejak Air pengguna terutamanya individu merujuk kepada jumlah penggunaan air langsung dan tidak langsung. Penggunaan air langsung adalah air yang digunakan secara langsung dari pili atau sumber lain yang dikenal pasti. Penggunaan air tidak langsung berkaitan dengan jumlah keseluruhan air yang digunakan untuk menghasilkan barang-barang dan perkhidmatan yang digunakan oleh pengguna. Jejak Air biasanya diukur daripada jumlah penggunaan air setiap tahun. Berdasarkan pengiraan Jejak Air yang dijalankan, purata Jejak Air global direkodkan sebanyak 1,385 m³/tahun per kapita dalam tempoh 1996-2005 (**SUMBER: Mekonnen and Hoekstra, 2011**).

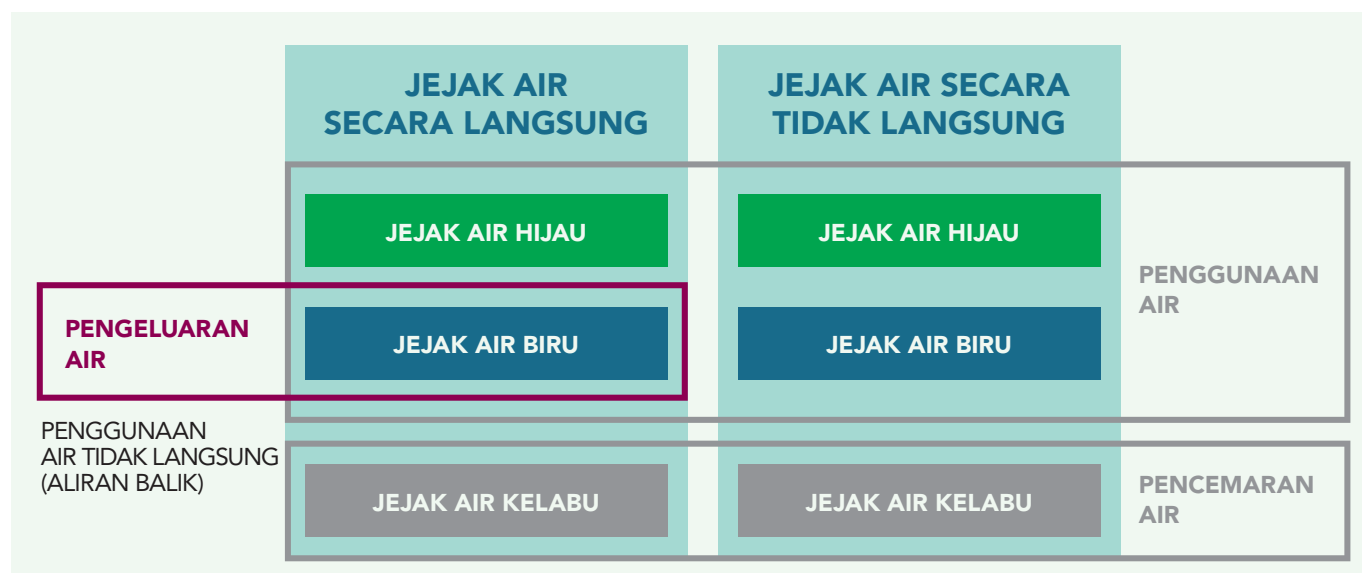
Jejak Air merangkumi tiga (3) komponen:

JEJAK AIR BIRU (BLUE WATER FOOTPRINT): Penggunaan sumber air permukaan dan air bawah tanah dalam proses penghasilan sesuatu produk. 'Penggunaan' merujuk kepada kehilangan air bawah tanah dan permukaan yang terdapat di kawasan tadahan. Kerugian berlaku apabila air tersejat, kembali ke kawasan tadahan lain/laut atau digunakan dalam penghasilan sesuatu produk.

JEJAK AIR HIJAU (GREEN WATER FOOTPRINT): Jumlah air tersejat daripada sumber-sumber air global (air hujan yang disimpan di dalam tanah sebagai kelembapan tanah).

JEJAK AIR KELABU (GREY WATER FOOTPRINT): Dirujuk kepada pencemaran dan ditakrifkan sebagai jumlah air tawar yang diperlukan untuk mengasimilasikan kepekatan bahan pencemar dalam air sedia ada dan pastikan kadar pencemaran tersebut di dalam bacaan kadar pelepasan yang dibenarkan.

Proses purata penilaian Jejak Air amat penting untuk membantu dalam mengenalpastian aktiviti dan produk yang boleh mengundang kepada masalah/isu kekurangan air dan punca pencemaran yang boleh menyebabkan kesan negatif yang menyumbang kepada ketidaklestarian penggunaan air.



3.5 AIR TIDAK TERHASIL (NON REVENUE WATER)

Air Tidak Terhasil adalah air yang telah dihasilkan dan “hilang” sebelum ia sampai kepada pengguna. Kehilangan boleh berpunca daripada kebocoran. Kehilangan atau kerugian ini juga dirujuk dalam dua (2) kategori iaitu kerugian fizikal dan kerugian yang jelas. Contoh kerugian fizikal adalah melalui kecurian manakala kerugian yang jelas disebabkan oleh fungsi meter yang tidak tepat. Air Tidak Terhasil biasanya diukur sebagai jumlah air “hilang” iaitu sebagai sebahagian daripada air bersih yang dihasilkan. Kehilangan air juga boleh berlaku sepanjang proses pengaliran dalam sistem perpaipan. Air tidak terhasil semasa di Malaysia adalah dicatatkan pada 35.6% (**SUMBER: SPAN, 2014**).

Faedah pengurangan air tidak terhasil, khususnya pengurangan kebocoran termasuklah:

- Peningkatan pengetahuan mengenai sistem pengagihan;
- Mengurangkan kerosakan harta benda;
- Mengurangkan risiko pencemaran; dan
- Tekanan air lebih stabil di seluruh sistem.

AKTIVITI MODUL 3

AKTIVITI 1 : PENGAUDITAN LEMBANGAN SUNGAI (SK + SMK)

1. Temuduga pihak berkuasa/berkenaan di tempat anda untuk mengetahui lebih lanjut mengenai lembangan sungai dan/atau kawasan air tadahan yang paling dekat dengan sekolah anda. Menggunakan peta dan maklumat yang diperolehi dari pihak berkuasa tempatan atau Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS), buat pemetaan sungai yang mengalir ke dalam empangan atau kawasan takungan yang membekalkan air ke kawasan anda.
2. Kenalpasti sekolah, longkang, tasik dan sungai-sungai di atas peta.
3. Kenalpasti penggunaan tanah di sekitar sekolah anda dan senaraikan faktor berkemungkinan punca pencemaran.
4. Dengan menggunakan kit pemantauan air, kenalpasti jenis pencemaran yang boleh dikesan dalam aliran air tersebut (tasik atau sungai berhampiran sekolah), seperti sisa biologi, bahan buangan kimia dan sisa fizikal seperti sampah dan lain- lain.

AKTIVITI 2 : JEJAK AIR (SK + SMK)

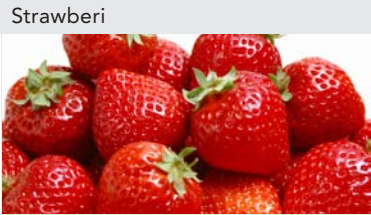
Semak pautan ini untuk mengetahui dan mengira Jejak Air anda: www.waterfootprint.org dan Kalkulator Pengauditan Air GEC: www.riverranger.my

Selepas mengetahui Jejak Air anda, senaraikan sekurang-kurangnya 5 langkah yang boleh diambil untuk mengurangkan Jejak Air anda.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

AKTIVITI 3 : AIR MAYA (SK + SMK)

Pilih SATU hidangan dari setiap menu (A & B) untuk sarapan pagi, makan tengahari, minum petang dan makan malam. Pilih menu makanan dan minuman yang mempunyai kandungan Jejak Air yang paling rendah.

Sarapan Pagi	A	Telur separuh masak 	Tosai 	Ubi keledek 
	B	Jus tomato 	Air koko 	Air Tebu 
Tengahari	A	Bubur 	Ayam kukus 	Kubis kukus 
	B	Pisang 	Tembikai 	Air kelapa muda 
Minum Petang	A	Keju 	Roti gandum 	Jagung Manis 
	B	Kopi O 	Teh-O 	Susu soya 
Makan Malam	A	Kari kambing 	Nugget ayam 	Pasta 
	B	Epal 	Plum 	Strawberi 

AKTIVITI 4 : PEMETAAN PENCEMARAN (SMK)

Pencemaran berlaku di mana-mana. Salah satu sebab mengapa ini berlaku kerana terdapatnya kekurangan dari segi penguatkuasaan, pemantauan dan tiada laporan yang dilaporkan untuk tindakan. Sebagai seorang warganegara, anda mempunyai hak untuk melaporkan sebarang tindakan pencemaran. Pihak berkuasa memerlukan orang ramai untuk membantu menangkap pesalah kerana ia adalah mustahil untuk pihak berkuasa memantau setiap rumah atau kilang.

Berikut adalah beberapa langkah yang perlu diambil dan akan membantu anda memantau dan melaporkan pencemaran daripada individu atau industri.

UTAMAKAN KESELAMATAN ANDA

1. Perhatikan nombor pendaftaran kenderaan atau nama syarikat itu.
2. Catatkan hari, tarikh, masa dan tapak perbuatan yang menyalahi undang-undang.
3. Jika anda mempunyai kamera, ambil seberapa banyak gambar/atau rekodkan keadaan semasa/selepas perbuatan tersebut atau/dan kesannya.
4. Huraikan kesan pencemaran dan maklumat lain yang mungkin berguna kepada pihak berkuasa.
5. Laporkan pemerhatian anda kepada Jabatan Pengairan dan Saliran, Jabatan Alam Sekitar, kerajaan tempatan, operator pengurusan sisa pepejal, NGO tempatan atau ahli-ahli politik tempatan.

JAWAPAN AKTIVITI 3 : AIR MAYA

Sarapan Pagi	A	Telur separuh masak	Tosai	Ubi keledek
		3,276	5,277	536
	B	Jus tomato	Air koko	Air tebu
		398	15,961	211
Tengahari	A	Bubur	Ayam kukus	Kubis kukus
		4,478	3,846	417
	B	Pisang	Tembikai	Air kelapa muda
		1,005	260	2,232
Minum Petang	A	Keju	Roti gandum	Jagung Manis
		5,060	1,608	700
	B	Kopi O	Teh-O	Susu soya
		1,301	271	3,762
Makan Malam	A	Kari kambing	Nugget ayam	Pasta
		5,301	3,364	2,036
	B	Epal	Plum	Strawberi
		821	2,053	347



(SUMBER: Global Environment Centre)

MODUL 4: PENJAGAAN AIR – MARI MULAKAN!

MODUL 4: PENJAGAAN AIR – MARI MULAKAN!

Modul ini menerangkan penyelesaian kepada isu air secara praktikal. Tenaga pengajar dan mereka yang berkenaan boleh mempelajari dan mempraktikkan kaedah penyelesaian bersesuaian yang disediakan di dalam modul ini bagi meningkatkan keberkesanan pengurusan air. Sebelum memulakan pemuliharaan air dan aktiviti penjagaan air, adalah lebih baik untuk mengetahui perincian dan isu-isu berkaitan bekalan air di kawasan anda.

4.1 ALAMAT SUNGAI/AIR

Setiap daripada kita perlu tahu dari mana asalnya punca air minuman kita. Punca air minuman akan dirawat terlebih dahulu sebelum sampai kepada pengguna dan ia menarik apabila kita mengetahui loji rawatan air yang digunakan untuk menyalurkan air yang telah dirawat kepada rumah kita. Selain itu, nama dan lokasi sungai yang menjadi punca air juga perlu diketahui. Berikut adalah beberapa contoh alamat sungai:

NEGERI	LEMBANGAN SUNGAI	SUNGAI	PENGAMBILAN AIR
Selangor / Putrajaya / N. Sembilan	Langat	Sungai Semenyih	Loji Rawatan Air Semenyih
Selangor / Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur	Kelang	Sungai Gombak	Loji Rawatan Air Gombak
Pahang	Rompin	Perigi	Air bawah tanah
Kedah / Pulau Penang	Muda	Sungai Muda	Pinang Tunggal
Johor	Pulai	Empangan Pulai	Loji Rawatan Gunung Pulai

JADUAL 10: CONTOH ALAMAT SUNGAI

(SUMBER: *Environmental Quality Report, DOE, 2013*)

4.2 PENGAUDITAN AIR

4.2.1 AUDIT AIR

Pengauditan air adalah kaedah yang digunakan untuk melihat bagaimana air di sesuatu kawasan digunakan. Proses ini membantu pengawasan kuantiti dan kualiti air yang masuk dan keluar, serta mengetahui kaedah untuk menggunakan air dengan lebih efektif. Audit air mengimbangkan jumlah penggunaan berdasarkan kepada kadar yang diberikan (dibilkan) dan jumlah lebihan air (kehilangan). Ianya adalah langkah yang penting terhadap pemuliharaan air dan, dihubungkait dengan pelan pengesanan kebocoran (*leak detection plan*), hal ini mampu menjimatkan jumlah perbelanjaan, utiliti dan masa secara ketara. (SUMBER: *Risalah audit air GEC, 2014*)

4.2.2 ELEMEN-ELEMEN PENGAUDITAN AIR

Terdapat tiga elemen dalam proses audit air:

A. KUALITI AIR

Kualiti air merujuk kepada 'kebersihan' sumber air. Ianya boleh diukur menggunakan tiga (3) aspek yang berlainan:

FIZIKAL: warna, kewujudan sampah/bau, dan lain lain.

KIMIA: pH, Permintaan Oksigen Biokimia (BOD), Permintaan Oksigen Kimia (COD) dan Oksigen Terlarut (DO).

BIOLOGIKAL: Kepelbagaian organisma hidupan akuatik seperti invertebrata (haiwan tidak bertulang belakang), ikan dan tumbuhan akuatik

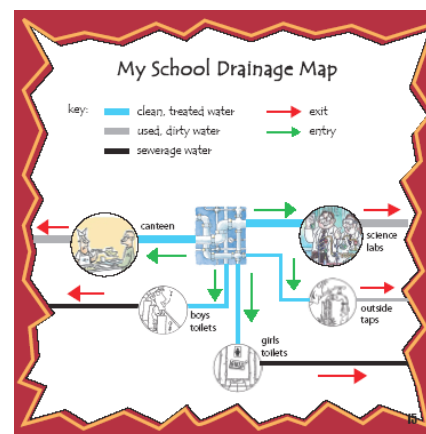
B. KUANTITI AIR

Kuantiti air pula adalah pengukuran jumlah air yang digunakan di rumah/bangunan. Setiap penggunaan air boleh diukur dengan mengukur dan mengira masa kadar aliran air (water flow rate) setiap alatan/perkakas. Selain itu, bil air juga boleh digunakan untuk menentukan kuantiti penggunaan air di sekolah.

C. PEMETAAN AIR

Pemetaan air merupakan pemantauan seluruh sumber air dan arah aliran air di sekolah/rumah dengan mengetahui sistem perpaipan yang menyalurkan jenis-jenis air tertentu dan memikirkan cara terbaik untuk mengelakkan pembaziran.

Kualiti air dan pemetaan air adalah dua aspek yang harus dilaksanakan dalam audit air. Kualiti sumber air bergantung kepada kapasiti lokasi dan individu yang menjalankan kerja pengauditan air.



RAJAH 21: PEMETAAN SEKOLAH

4.2.3 KEBAIKAN MELAKUKAN AUDIT AIR

(SUMBER: GEC, 2009)

Kebaikan melakukan audit air adalah bagi meningkatkan pengetahuan dan merekodkan proses pengagihan air (*distribution system*) termasuk mengetahui masalah serta kawasan yang berisiko. Audit juga merupakan kaedah yang efektif untuk menguruskan sumber-sumber air dengan memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap apa yang boleh berlaku kepada air setelah ia dirawat di loji rawatan air. Program pengesanan kebocoran (*leak detection programs*) adalah cara yang efektif untuk mengurangkan kebocoran dan untuk memperbaiki masalah kecil sebelum menjadi masalah besar.

4.2.4 PELAKSANAAN AUDIT AIR

A. MENGETAHUI PENGGUNAAN AIR ANDA

Lihat semua bil bulanan air sekolah anda yang terdahulu dan perhatikan corak penggunaannya. Adakah ianya meningkat? Jika ya, mengapa? Adakah anda telah menggunakan air melebihi keperluan?

B. MEMANTAU DAN MENGAWASI

Lihat bil bulanan sekolah anda dan lihat berapa liter air yang telah anda gunakan pada setiap bulan! Jika bil meningkat dari yang biasa, dan terdapat kejadian yang luar dari kebiasaan, ini bermaksud anda mungkin mengalami masalah kebocoran.

C. PENGUKURAN

Ukur jumlah penggunaan air yang digunakan di setiap lokasi supaya anda mampu mengira jumlah air yang digunakan setiap kali penggunaan. Rekodkan juga jumlah pili, pancuran dan hos air yang ada agar anda dapat menganggarkan penggunaan air di sekolah.

D. SUMBER AIR

Kenalpasti sumber air anda, dan jumlah penerimaan dari setiap sumber. Air hujan, air larian permukaan (surface runoff) atau mata air juga dikira sebagai sumber air. Selain menggunakan air pili untuk segala perkara, adakah sumber air lain yang boleh digunakan?

E. PEMERIKSAAN KEBOCORAN

Paip dan pili air yang bocor boleh membazirkan beratus liter air sehari! Kenalpasti dan baiki kebocoran itu dengan segera bagi mengelakkan sebarang pembaziran air dan wang!

STRATEGI YANG DICADANGKAN

Audit awal (preliminary audit) perlu dijalankan untuk menentukan jumlah kehilangan air, dan kemudian diikuti dengan langkah selari (congruous measure) yang dikenal pasti dari hasil audit. Jika pembaziran air adalah jelas, kajian yang lebih terperinci serta ukuran harus dilakukan untuk mengurangkan pembaziran air.

4.3 PEMULIHARAAN AIR

Pemuliharaan air adalah perkara yang luas, tetapi setiap perincian mampu membantu, jangan fikirkan apa yang kita lakukan tidak memberi sebarang kesan. Kita harus melakukan perubahan gaya hidup dan kehidupan aktiviti seharian agar dapat mengubah hala tuju sumber air kita dan kualitinya. Pemuliharaan air haruslah menjadi cara hidup, dan bukan hanya sesuatu yang kita ambil kira pada masa tertentu sahaja. Memandangkan kita menikmati kelebihan memiliki air yang bersih, kita haruslah membantu memulihara air agar kita mampu terus menikmati kelebihan ini. Jika kita semua menjalankan peranan masing-masing dalam memulihara air, kita mampu melakukan perubahan yang besar kepada alam sekitar. Inisiatif untuk memulihara air boleh dilakukan oleh individu, sekolah atau isi rumah.

4.3.1 PENGURANGAN PEMBAZIRAN AIR

Pengurangan pembaziran air adalah inisiatif secara langsung dan ia boleh dilakukan dengan mudah oleh pihak berkaitan untuk memulihara air. Sejumlah besar air dibazirkan setiap hari disebabkan penggunaan air yang tidak efisien. Kita boleh memulihara air dengan mudah jika kita perhatikan dengan terperinci terhadap jumlah pembaziran air seharian. Inisiatif ini boleh dilakukan oleh individu atau mana-mana pihak berkaitan melalui teknik-teknik penjimatan seperti berikut:



TUTUP PAIP AIR SEMASA MENBERUS GIGI
Gunakan cawan, jimat ≈2,000 l air setahun.



MANDI 5 MINIT SAHAJA BERBANDING 8 MINIT
Kurangkan bilangan and mandi dan tutup paip semasa bersabun & syampu, jimat ≈ 1,100l air setahun.



KIKIS SISA MAKANAN DARI PINGGAN
dan buang ke dalam tong sampah daripada membilasnya dengan air. Basuh sebelum sisa makanan menjadi kering.



GUNA PENDEKATAN DUA BESEN SEMASA MENCUCI PINGGAN MANGKUK
Satu besen untuk rendaman & menyentai dengan sabun dan satu lagi untuk membilas. Jimat 4,000l air setahun.



RENDAM & BASUH BUAH / SAYUR DI DALAM BEKAS
daripada membasuh dibawah aliran air paip.



JANGAN GUNAKAN AIR YANG MENGALIR UNTUK MENYAH BEKU MAKANAN
Nyah beku makanan di dalam peti sejuk atau gunakan gelombang mikro anda.



PASANGKAN ALAT PENJIMATAN AIR
seperti sistem pam separuh / penuh untuk tandas anda. Elakkan mengepam tandas jika tidak perlu.



PERGI KE TEMPAT CUCI KERETA YANG GUNAKAN SISTEM AIR KITAR SEMULA
Pembersihan kereta yang efisien dapat menjimatkan 50 - 60% ke atas dalam bil air.



GUNAKAN SEBALDI AIR UNTUK MEMBASUH KERETA SENDIRI

daripada menggunakan hos. Untuk lebih penjimatan, basuh kereta anda di kawasan laman rumah dan laman anda akan bersih pada masa yang sama.



GUNAKAN TONG SAMPAH

Jangan gunakan saluran tandas untuk membuang tisu, serangga dan lain-lain sampah.



GUNA AIR HANYA UNTUK MEMBUANG SISA SABUN SEMASA MEMBASUH TANGAN

Tidak perlu pra-bilas atau membilas dengan air paip yang mengalir secara berterusan. Jimat ≈90¢ setiap hari.



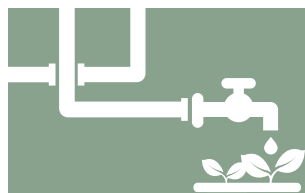
KUMPUL AIR TERPAKAI

(air daripada aktiviti membasuh tangan, buah, sayur, beras) dengan menggunakan baldi. Air itu dapat digunakan untuk menyiram tanaman atau mengepam tandas.



ALIRAN LEBIHAN AIR DARI PENGHAWA DINGIN

terus ke halaman untuk menyiram bunga.



PERTIMBANGKAN UNTUK MEMASANG SISTEM GREYWATER

untuk mengguna semula air dari sinki, mesin basuh dan cuci pinggan untuk menyiram pokok dan mengepam tandas.



PERIKSA DAN BAIKI PAIP ATAU PANCURAN AIR YANG BOCOR

Setitis air setiap saat boleh menjadi 10 liter dalam masa yang singkat.



MENUAI AIR HUJAN

dengan meletakkan tong air di bawah saluran air hujan dari bumbung anda. Air ini dapat digunakan untuk mengepam tandas, basuh kereta dan menyiram tumbuh-tumbuhan semasa musim kering!



SIRAM TANAMAN PADA WAKTU PAGI ATAU LEWAT PETANG

untuk mengurangkan penyejatan air. Anda dapat mengurangkan penggunaan air apabila menyiram akarnya dan bukan daunnya.



GUNAKAN SISA AIS / AIR DARI MINUMAN

untuk menyiram tanaman daripada membuangnya ke sinki.



KUMPULKAN PAKAIAN YANG MENCUKUPI UNTUK MENCUCI MUATAN PENUH

Untuk membasuh pakaian dengan tangan, gunakan air secara berhemah.



LAPORKAN SEBARANG KEBOCORAN ATAU KEROSAKAN PAIP

dan kecurian air. Ini dapat memberi ancaman mengenai perlindungan kebakaran, kemungkinan bil air meningkat dan keperluan untuk menyekat penggunaan air.



GUNAKAN MOP SEMASA MEMBERSIHKAN LANTAI

Jangan gunakan hos atau menyimbah air ke lantai untuk pembersihan. And dinasihatkan untuk menggunakan cecair sabun yang tidak perlu dibilas.



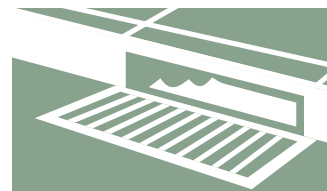
MEMBELI BARANG RUNCIT DARI PASAR TANI

akan menyokong petani tempatan, menggalakkan makanan serantau dan tempatan berkembang dan membantu mengurangkan jejak air.



REKODKAN PENGGUNAAN AIR ANDA

setiap bulan dan cuba kurangkan penggunaan air anda.



SEMUA LONGKANG AKAN MENGALIR KE SUNGAI TANPA SEBARANG RAWATAN

Jadi, pastikan tiada bahan buangan mengalir ke dalam longkang anda kecuali air hujan.

RAJAH 22: TEKNIK-TEKNIK PENJIMATAN AIR

(SUMBER: GEC, 2014)

AKTIVITI	KAEDAH DIGUNAKAN	KUANTITI DIGUNAKAN (ℓ)	KAEDAH YANG BAKAL DIGUNAKAN	KUANTITI YANG DIPERLUKAN (ℓ)	KUANTITI YANG DIJIMATKAN (ℓ)
Berus gigi	Aliran paip untuk 5 minit	45	Segelas air	0.5	44.5
Membasuh tangan	Aliran paip untuk 2 minit	18	Separuh penuh sinki	2.0	16
Bercukur	Aliran paip untuk 2 minit	18	Segelas air	0.25	17.75
Mandi	Aliran pancuran air ketika bersabun	90	Bilas, tutup pili air, bersabun, bilas	20	70
Pam tandas	Menggunakan tangki kapasiti besar model lama	13.5 atau lebih	Dwi-sistem pam buangan	4.5	4.5 atau lebih
			Pam buangan penuh	9	
Menyiram tanaman	Aliran hos untuk 5 minit	120	Bekas siram air	5	115
Mencuci lantai	Aliran hos untuk 5 minit	200	Mop dan baldi	18	182
Membasuh kereta	Aliran hos untuk 10 minit	400	Dua baldi	18	382

JADUAL 11: PENGGUNAAN AIR DAN PEMULIHARAAN

(SUMBER: Modul Pengurusan Sumber Air: Modul 8A, U.S.A, 2007)

4.3.2 PERALATAN PENJIMATAN AIR

Pemuliharaan air tidak bermaksud hanya memastikan kepala paip tidak bocor. Mengelakkan pembaziran juga adalah salah satu langkah pemuliharaan air, sebagai contoh, menutup kepala paip semasa memberus gigi dan beberapa langkah penting lain adalah dengan memastikan air digunakan dengan bijak. Pada ketika inilah peralatan untuk menjimatkan air perlu digunakan dan ditingkatkan. Peralatan ini meningkatkan keberkesanan penggunaan air.

PERALATAN PENJIMATAN AIR	PROSEDUR / PENGGUNAAN
 BEKAS TANGKI TANDAS (TOILET TANK BANK)	Isikan bag plastik dengan air dan gantungkannya di dalam tangki/takungan tandas. Ianya akan menggantikan jumlah air yang sama dengan saiz beg. Ini bermaksud setiap pengepaman akan mengurangkan penggunaan air.
 ALAT PENGUDARAAN KEPALA PAIP ALIRAN RENDAH (LOW FLOW FAUCET AERATOR)	Alat pengudaraan kepala paip aliran rendah, adalah sesuai untuk sinki bilik mandi. Ianya mengurangkan aliran air daripada singki.

PERALATAN PENJIMATAN AIR	PROSEDUR / PENGGUNAAN
 KEPALA PANCURAN ALIRAN RENDAH (LOW-FLOW SHOWERHEAD)	Kepala pancuran aliran rendah boleh dilaraskan menggunakan tekanan rendah (lower pressure).
 PEMASA MANDIAN (SHOWER COACH TIMER)	Ini adalah cara mudah untuk menggalakkan pemuliharaan air ketika mandian. Plastik putih pemasa pasir ABS impak tinggi mampu membantu mengubah tabiat mandian yang lama kepada mandian yang singkat.
 PEMERCIK TAMAN (GARDEN SPRINKLER)	Penggunaan air yang efisien dan efektif di taman. Penyiraman yang bertanggungjawab dengan cara yang bijak! Pemercik taman boleh diubah suai untuk meliputi bentuk taman dengan sebaiknya, tanpa pembaziran air dengan renjisan melebihi batasan taman.

4.3.3 GAYA HIDUP

Jumlah Jejak Air (*water footprint*) secara tidak langsung yang digunakan oleh pengguna umumnya lebih tinggi daripada jumlah air secara langsung. Beberapa istilah seperti 'air tersembunyi (hidden water)', 'air maya (*virtual water*)', atau 'air terkandung (embedded water)' boleh dibincangkan apabila kita bercerita tentang jejak air tidak langsung. Hoekstra dan Chapagain telah mendefinisikan kandungan air maya sesuatu produk (komoditi, barangan atau khidmat) sebagai "isipadu air bersih yang digunakan untuk menghasilkan produk, diukur di kawasan di mana produk itu dihasilkan". Kandungan air maya sesuatu produk adalah lebih kurang sama dengan jejak air sesuatu produk. Air maya merujuk kepada isipadu termaktub (*volume embodied*) dalam suatu produk manakala Jejak Air pula bukan sahaja merujuk kepada isipadu itu tetapi juga kepada jenis masa dan lokasi air itu digunakan. Jejak air sesuatu produk adalah penunjuk multidimensi, di mana kandungan air maya merujuk kepada isipadu sahaja. **(SUMBER: Hoekstra AY, Chapagain AK, 2007)**

Secara asasnya pengguna mempunyai dua pilihan untuk mengurangkan jejak air secara tidak langsung. Pilihan pertama adalah untuk menggantikan produk yang memiliki jejak air yang besar dengan jenis produk lain yang memiliki jejak air yang lebih kecil. Hal ini termasuklah mengamalkan pemakanan kurang daging atau mengamalkan pemakanan sayuran sahaja serta mengamalkan minuman teh sebagai ganti kepada minuman kopi. Kurangkan penggunaan pakaian kain kapas dan gantikan dengan kain fiber tiruan yang mampu menjimatkan penggunaan air yang banyak. Pendekatan pertama ini mempunyai had keberkesanannya kerana ramai individu tidak akan menukar amalan pemakanan sedia ada kepada sayuran (*vegetarian*) dengan mudah, selain itu, ramai masih menyukai kopi dan penggunaan pakaian kain kapas.

Pilihan kedua ialah mengekalkan pola penggunaan yang sama tetapi memilih kapas, daging dan kopi yang menggunakan jejak air yang rendah ataupun yang tidak meninggalkan jejak air di kawasan yang mengalami masalah kekurangan air. Hal ini memerlukan pengguna mendapat informasi yang betul untuk mempraktikkan pilihan ini. Memandangkan informasi ini secara umumnya masih belum tersedia, perkara penting yang boleh dilakukan ketika ini adalah untuk mengetahui ketulusan penghasilan produk (*product transparency*) daripada pengeluar dan garis panduan daripada kerajaan. Apabila terdapatnya maklumat mengenai sistem air di dalam penghasilan sesuatu produk, pengguna boleh melakukan pilihan yang tepat untuk memilih produk yang perlu dibeli. **(SUMBER: www.en.reset.org/act/save-water-reduce-your-water-footprint)**

PRODUK (1KG)	AIR YANG DIPERLUKAN (BERSAMAAN) DALAM PRODUKSI (ℓ) MALAYSIA /*SEDUNIA
Lobak	195*
Tomato	273
Susu	1,329
Gandum	1,436*
Anggur	1,945
Kacang Soya	2,144*
Jagung	2,607
Beras	3,104
Telur	3,276
Ayam	3,846
Daging Lembu	10,784

JADUAL 12: AIR TERSEMBUNYI DALAM PRODUKSI MAKANAN

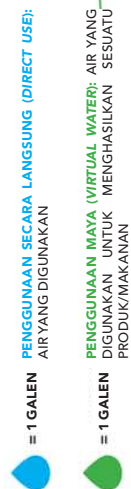
(SUMBER: Hoekstra AY, Chapagain AK, 2007)

= 1 GALEN **PENGUNAAN SECARA LANGSUNG (DIRECT USE):**
AIR YANG DIGUNAKAN

= 1 GALEN **PENGUNAAN MAYA (VIRTUAL WATER):** AIR YANG
DIGUNAKAN UNTUK MENGHASILKAN SESUATU
PRODUK/MAKANAN

PENGUNAAN SECARA LANGSUNG (DIRECT USE):
AIR YANG DIGUNAKAN

PENGUNAAN MAYA (VIRTUAL WATER): AIR YANG DIGUNAKAN UNTUK MENGHASILKAN SESUATU PRODUK/MAKANAN



4.4 PILIHAN ALTERNATIF

4.4.1 PENGGUNAAN SEMULA

Penggunaan semula air seringkali disalah tafsirkan dengan istilah kitaran semula air sisa (*wastewater recycling*) dan tebus guna air (*reclamation*). Hal ini adalah kerana penerimaan istilah yang berlainan di setiap negara. Dalam konteks ini, ada tiga jenis kategori penggunaan semula. (SUMBER: Wang, Y. P. & Smith, R., 1994)

- 1. GUNA SEMULA:** air sisa diguna semula secara terus dalam lingkungan sistem proses bergantung kepada kualiti yang diterima untuk operasi.
- 2. REGENERASI-GUNA SEMULA:** air sisa adalah dirawat sebahagiannya untuk mengasingkan bendasing dan diguna semula di dalam operasi di mana ianya masih belum digunakan sebelumnya.
- 3. REGENERASI-KITARAN SEMULA:** pencemaran air sisa dikeluarkan menggunakan cara regenerasi dan ianya dibenarkan untuk memasuki operasi yang sebelum ini digunakan.

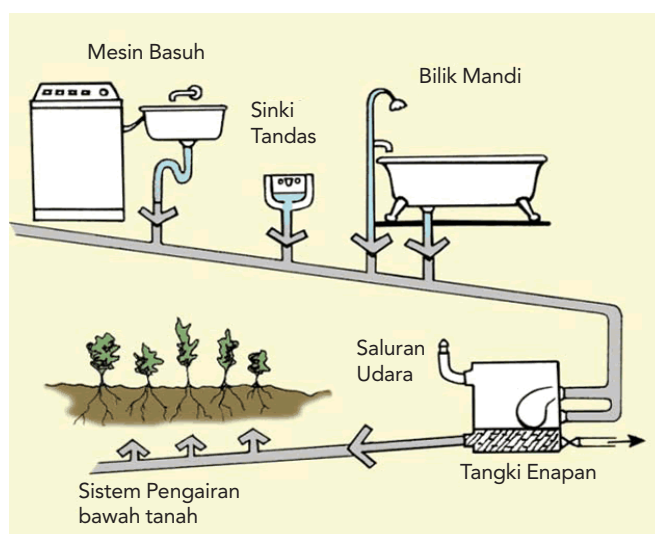
4.4.1.1 PENGGUNAAN SEMULA DOMESTIK

Pam tandas konvensional adalah penggunaan utama air yang tidak memerlukan air terawat bertaraf kualiti air minum, bernilai tinggi dan tenaga proses yang intensif. Kitaran semula air kelabu (*grey water recycling*) adalah alternatif inovatif yang mana air kelabu (*grey water*) terawat digunakan sebagai air untuk pengepaman tandas dan menyiram tanam-tanaman. Air kelabu (*grey water*) adalah sisa air dari pancuran, mandian dan sinki. (Walaupun bagaimanapun, sinki dapur dan mesin basuh biasanya tidak termasuk kerana ciri-ciri airnya yang terlalu bergris dan/atau mengandungi bahan pencuci terlalu banyak untuk tujuan kitaran semula). Tidak seperti air hujan, air kelabu (*grey water*) memerlukan penapisan untuk mengasingkan rambut, kulit dan produk sabun daripada air dan bahan kimia atau rawatan biokimia awal untuk kitar semula. Tahap potensi hubungan manusia dengan penggunaan air terakhir akan menentukan tahap rawatan yang diperlukan. Contohnya, air kelabu (*grey water*) yang digunakan untuk membilas kenderaan memerlukan kualiti air yang tinggi kerana risiko hubungan manusia terhadap air adalah lebih besar dalam sistem tekanan tinggi (*high pressurised systems*). Situasi yang sama juga menyebabkan black water (air sisa daripada tandas) tidak boleh dikitar semula kerana kaedah rawatan yang lebih tinggi diperlukan sebelum ia selamat digunakan oleh manusia. Penerimaan awam merupakan antara halangan utama untuk penggunaan air kitar semula selain untuk tujuan industri. (SUMBER: Zaini Ujanh et al., 2008)



RAJAH 24A: CONTOH SISTEM PENGGUNAAN SEMULA AIR KELABU DI JEPAN

(SUMBER: www.mesym.com)



RAJAH 24B: CONTOH SISTEM GUNA SEMULA AIR KELABU DI BEBERAPA NEGARA

(SUMBER: www.cbs.state.or.us)

4.4.2 SISTEM PENUAIAN AIR HUJAN

Penuaian air hujan adalah teknik untuk mengumpul, menyimpan, dan menggunakan air hujan bagi tujuan pengairan landskap serta penggunaan lain. Air hujan dikumpulkan dari pelbagai permukaan keras seperti bumbung dan/atau permukaan keras atas tanah buatan manusia yang lain. Amalan ini semakin popular pada masa kini dan telah diamalkan di banyak negara-negara luar, seperti USA, Jepun, China, India, German, dan Australia. Ini bertujuan untuk meningkatkan kapasiti penggunaan air boleh diminum (*potable water*) dan menggunakan air hujan sebagai sumber air alternatif.

4.4.2.1 KOMPONEN ASAS PENUAIAN AIR HUJAN

Sistem air hujan tersedia dalam pelbagai bentuk dan saiz, daripada sistem tadahan mudah saliran bawah (*downspout*) hingga besar ke atas dan/atau tangki bawah tanah (*underground cisterns*) dengan sistem tapisan yang kompleks yang mampu menyimpan ribuan liter air. Kebanyakan sistem pengumpulan air hujan mengandungi elemen-elemen asas seperti berikut:



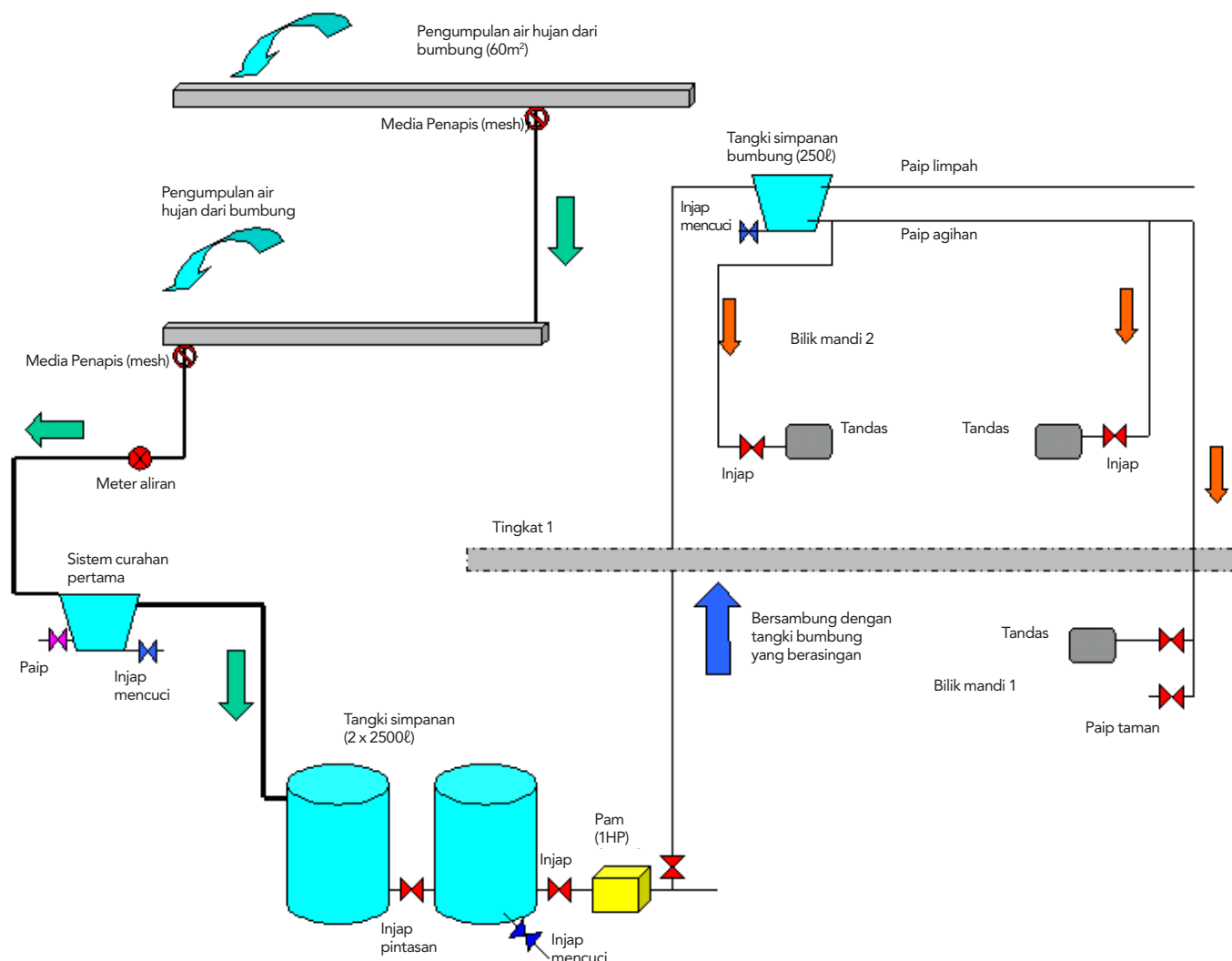
RAJAH 25: UNSUR-UNSUR SISTEM PENUAIAN AIR HUJAN

(SUMBER: Chen-Ani A.I etc., 2009)

4.4.2.2 PENUAIAN AIR HUJAN DI MALAYSIA

Pada tahun 1984 dan 1998, Malaysia mengalami krisis air yang serius disebabkan oleh perubahan iklim dan fenomena El Nino. Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) memperkenalkan garis panduan untuk Pemasangan Sistem Pengumpulan dan Penggunaan Air Hujan, di mana ianya boleh dilihat sebagai fasa awal polisi penuaian air di Malaysia. Misi utama garis panduan ini adalah untuk mengurangkan kebergantungan terhadap air terawat dan menyediakan penampungan mudah (*convenient buffer*) pada waktu kecemasan atau kekurangan bekalan air. Sebelum ini, penuaian air hujan tidak diberi perhatian di Malaysia kerana 95% daripada kawasan luar bandar memiliki sistem paip air. Manakala, peratus ini adalah lebih tinggi di kawasan luar bandar iaitu sebanyak 99%.

Pada tahun 2004, lima tahun selepas Garis Panduan penuaian air hujan diterbitkan, Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan menyediakan kertas kabinet (*Cabinet Paper*) lain untuk Majlis Sumber Air Negara (*National Water Resources Council*) bagi menggalakkan bangunan kerajaan agar membina dan mempraktikkan penggunaan sistem pengumpulan air hujan. Merujuk kepada kajian yang dijalankan oleh Institusi Pengajian Hidraulik Malaysia (*National Hydraulic Research Institute of Malaysia*) di atas SPAH (Sistem Penuaian Air Hujan) program pelaksanaan perintis (*Pilot Project*) untuk rumah teres dua tingkat, yang mengandungi enam penghuni, SPAH mampu menjimatkan 34% penggunaan air terawat sebagai tambahan kepada 10% semasa pengeluaran maksima (*peak discharge*) dengan mengandaikan setiap rumah teres telah dipasang SPAH.



RAJAH 26: SISTEM PENUAIAN AIR HUJAN DI RUMAH, TAMAN WANGSA MELAWATI, KL

(SUMBER: NAHRIM website, 2014)

4.4.2.3 KELEBIHAN PENUAIAN AIR HUJAN

Penuaian air hujan adalah cara mudah untuk penggunaan semula air dan ianya adalah sebahagian daripada proses seni bina secara mampan (*sustainable architecture*). JADUAL 13 menunjukkan kelebihan sistem ini tidak hanya kepada pengguna tetapi juga kepada kerajaan dan alam sekitar.

PENGGUNA	KERAJAAN	ALAM SEKITAR
- Air hujan secara umumnya adalah bekalan air yang bersih, ketersediaan dan mencukupi. - Penuaian air hujan yang menggunakan teknologi mudah yang tidak mahal dan mudah untuk diselenggara. - Sistem penuaian air hujan adalah sangat mudah untuk diuruskan dan fleksibel. Ianya adalah modular terhadap alam sekitar, membenarkan pengembangan, konfigurasi semula, atau penglokasian semula. - Jimatkan perbelanjaan dengan mengurangkan isipadu air yang dibeli dari sistem awam. - Jimatkan perbelanjaan dengan memanjangkan jangka hayat lekapan paip dan perkakas. - Elakkan gangguan perkhidmatan dari sistem air pusat atau penggunaan berlebihan air dari perigi.	- Kurangkan bebanan dari pelaburan baru untuk menggantikan sistem pemanjangan dan menambahkan infrastruktur bekalan air. - Elakkan kos mengakses sistem air awam apabila ianya tidak dilaksanakan secara ekonomi. - Sistem air hujan boleh mengurangkan kos pembinaan dalam setiap pembangunan kerana ianya boleh dipasang pada struktur atau binaan ketika pembinaan baru.	- Penggumpulan air hujan boleh mengurangkan sejumlah besar air hujan yang memasuki saluran dan mengelakkan fenomena banjir. - Kita juga boleh mengurangkan pergantungan pada stor air empangan secara ketara. Ini akan mengelakkan kerosakan ekologi kepada kawasan yang perlu ditenggelamkan untuk membina empangan. - Air hujan adalah penting untuk penggunaan landskap dan perkembangan tumbuhan pada perigi air hujan jika dibandingkan dari sumber lain yang mungkin mengandungi komponen kimia yang mencemarkannya dan tanah. Hal ini disebabkan air hujan menolak garam asli jauh dari zon akar apabila ia meresap ke dalam tanah.

JADUAL 13: KELEBIHAN PENUAIAN AIR HUJAN

(SUMBER: Chen-Ani A.I etc., 2009)

4.4.2.4 PERTIMBANGAN KESELAMATAN

Langkah-langkah berikut boleh dilakukan untuk membantu meningkatkan kualiti air hujan:

1. Memeriksa dan membersihkan saluran air hujan, tadahan bumbung dan skrin tangki secara kerap.
2. Buangkan dahan berlebihan (*overhead branches*).
3. Pertimbangkan pemasangan penutup longkang atau pelapik.
4. Pastikan tangki tidak menjadi tempat pembiakan nyamuk dengan mencegah dan bersihkan penutup secara kerap.
5. Periksa tangki untuk akumulasi anap cemar (*sludge accumulation*) setiap 2 atau 3 tahun dan buang dengan cara mengosongkan tangki.
6. Tambah 40 mm cecair Natrium Hipoklorida (*Sodium Hypo-Chlorites*) atau 7gm butiran Kalsium Hipoklorida (*Calcium Hypo-Chlorites*) per 1,000 liter air.

(SUMBER: NAHRIM, 2008)

4.4.3 PROSES KITAR SEMULA AIR

4.4.3.1 AMBIL PETUNJUK DARIPADA ALAM SEMULA JADI

Apabila ianya berkaitan dengan kitaran semula air sisa, tiada yang lebih baik daripada alam semula jadi. Alam semula jadi telah melakukannya sejak ianya bermula lagi, dengan menggunakan sistem penulenan tasik, anak sungai dan sungai. Melalui proses air semula jadi ini, bumi telah menggunakan semula dan mengitar semula air untuk jutaan tahun.

Bagi yang sudah biasa dengan proses kitar semula, istilah ini sering digunakan untuk tin aluminium, botol kaca dan surat khabar. Walau bagaimanapun, air juga boleh dikitar semula. Air kitar semula tidak digunakan sebagai air minuman, sebaliknya ia digunakan untuk tujuan lain seperti pertanian, landskap, taman awam, dan sistem pengairan di padang golf. Contoh lain aplikasi air kitar semula adalah seperti penyejukan air untuk penjanakuasa dan kilang menapis minyak, industri pemprosesan air seperti kilang kertas dan pengeringan karpet, pengepaman tandas, kawalan habuk, aktiviti pembinaan, pencampuran konkrit dan tasik buatan.

Air yang dikitar semula adalah air yang mengalir dari sisa air perbandaran (*municipal wastewater*) atau kumbahan. Penggunaan secara langsung (contoh: air sisa terawat digunakan semula sebagai air minum secara terus) adalah sangat jarang kerana peningkatan potensi risiko kepada kesihatan awam dan pandangan negatif orang awam, walaupun teknologi telah membuktikan bahawa air sungai yang dicemari kumbahan boleh dirawat. Penggunaan semula air yang boleh diminum secara terus hanya wajar apabila tiada pilihan lain seperti kawasan padang pasir/gurun. Contoh yang baik di mana air boleh diminum secara terus dalam skala perbandaran seperti di Windhoek, Namibia, di mana air terawat digabungkan dengan aliran permukaan terawat untuk membekalkan air minuman (**SUMBER: Aquarec, 2005**). Penggunaan secara langsung adalah kaedah biasa yang digunakan di dalam bidang industri dan pengairan. Sementara itu, penggunaan semula air bagi minuman secara tidak langsung boleh dirancang atau tidak dirancang. Penggunaan semula air boleh diminum secara tidak langsung (*indirect potable reuse water*) merujuk kepada proses pelepasan air yang telah dikitar semula kepada sistem air sebelum digunakan semula. Proses ini melibatkan proses cas semula air kitaran ke dalam akuifer tanah bagi menambah bekalan sedia ada air bawah tanah, dan untuk mengelakkan kemasukan air masin di kawasan pantai.

4.4.3.2 PROSES KITARAN SEMULA AIR

A. RAWATAN PRIMER: PENGHAPUSAN BAHAN PEPEJAL

Apabila aliran hujan mula mengalir ke sungai, zarah pepejal yang berat akan mendap di bawah manakala bahan yang lebih ringan terapung di permukaan dan dibawa oleh arus. Di loji tebus guna air (*water reclamation plant*), tangki konkrit panjang menduplikasi apa yang dilakukan oleh sungai. Selepas bahan pepejal (kesemua yang telah tenggelam dan timbul) dikeluarkan untuk rawatan lanjut dan lebihan sisa air mengandungi larutan dan bahan mendapan (kebanyakannya organik) disalurkan ke proses rawatan fasa dua.

B. RAWATAN SEKUNDER: BIODEGRADASI BAHAN ORGANIK

Apabila air sungai mengalir ke hilir sungai, proses penguraian bahan organik terlarut oleh mikroorganisma (*microorganisms feed*) berlaku secara semula jadi. Oksigen biasanya larut dalam air untuk membantu proses penafasan organisma dalam air. Di loji tebus guna air, air diproses secara mekanikal. Mikroorganisma yang sama di dalam air sisa membesar dengan memakan bahan organik di dalam tangki. Pada tangki rawatan pemisah sekunder (*secondary treatment settling tanks*), mikroorganisma tergumpal bersama dan mendap ke bawah, di mana ianya disingkirkan dan diguna semula dalam proses rawatan.

C. RAWATAN TERTIER: PENGHAPUSAN PARTIKEL HALUS

Di sungai, air bersih akan berada di dasar sungai dan akan terkumpul sebagai bekalan air bawah tanah. Di loji rawatan, tanah digantikan dengan penapis, dimana sebarang bahan mendapan akan dikeluarkan daripada air. Air kemudiannya akan dinyahbakteria supaya bebas daripada bakteria dan patogen berbahaya supaya sesuai untuk kegunaan manusia atau pencasan semula air bawah tanah serta kegunaan lain.

4.4.3.3 KITARAN SEMULA AIR DI MALAYSIA

Di Malaysia, penyelidikan secara aktif sedang dijalankan untuk mengkaji potensi penggunaan semula air. Institusi Pengurusan Alam Sekitar dan Sumber Air (*Institute of Environmental and Water Resource Management (IEWRM)*), UTM mencadangkan idea menggunakan semula air wuduk dan air hujan

untuk seluruh masjid di kampus kecuali bagi perkhidmatan dapur. Air wuduk atau air hujan akan ditapis bagi mengeluarkan zarah pepejal seperti rambut, batu dan kotoran sebelum melalui proses rawatan yang menggunakan karbon aktif dan proses penapisan mikro. Proses rawatan ini adalah bertujuan untuk memastikan air yang dikitar semula ke tangki pengagihan berada dalam keadaan yang bersih untuk kegunaan manusia. **(SUMBER: Manan, Z.A., 2006)**

4.4.4 ABSTRAKSI AIR BAWAH TANAH

Air bawah tanah adalah sumber air minuman yang sangat penting di kebanyakan negara, namun sumber air bawah tanah Malaysia masih belum diguna pakai sepenuhnya disebabkan oleh kelebihan jumlah air permukaan. Air bawah tanah dikira sebagai potensi alternatif sumber air, dan beberapa industri telah mengubah utilisasi permukaan air kepada air bawah tanah **(SUMBER: JICA dan MGDM, 2002)**.

4.4.4.1 PERIGI DAN TELAGA TIUB

Perigi adalah lubang yang digali ataupun digerudi pada kedalaman tertentu untuk mendapatkan air (mata air). Perigi biasanya berbentuk bulat dan didindingkan dengan batu, konkrik atau paip untuk menghalang lubang daripada tertimbus. Lubang perigi perlu digali menerusi satu atau lebih lapisan batu dan tanah sehingga menemui lapisan yang separuh penuh dengan air yang dinamakan akuifer. Pada bahagian atas akuifer, atau di bahagian bawah di mana tanah tepu dengan air, dikenali sebagai jadual air (*water table*).

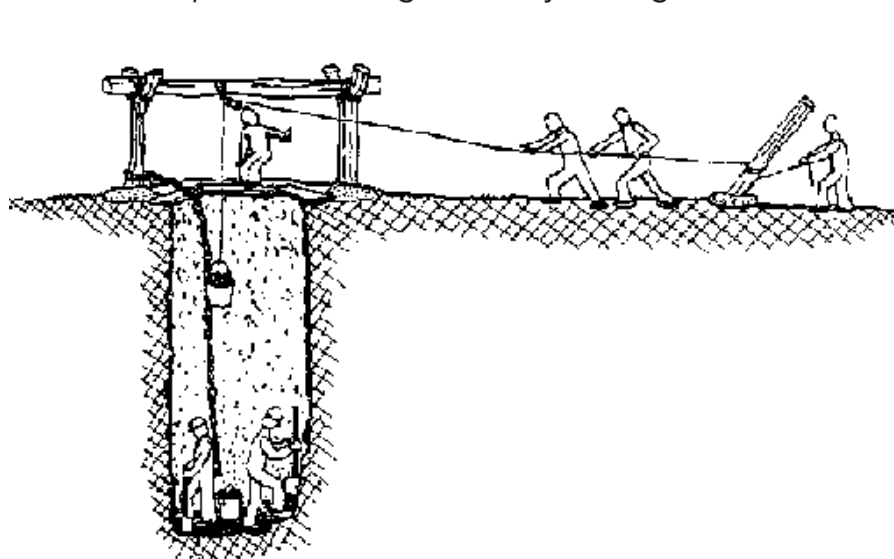
PILIHAN TAPAK

Perigi seharusnya dibina pada tapak yang mempunyai ciri seperti berikut:

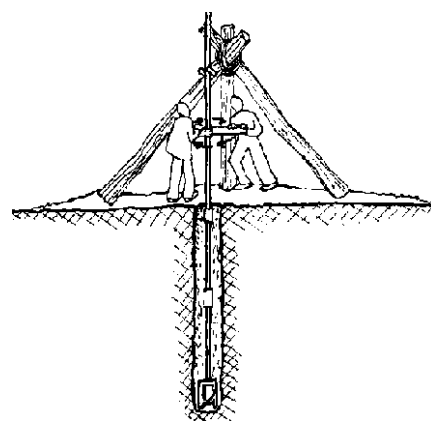
- Lokasi mata air;
- Kesesuaian kaedah penenggelaman yang sedia ada; tidak mudah tercemar.
- Penerimaan komuniti tempatan;

JENIS-JENIS PERIGI

Secara amnya, terdapat dua jenis perigi: perigi gali dan perigi gerudi. Perigi gali ialah perigi yang digali oleh manusia dengan menebuk lubang untuk melonggarkan dan mengeluarkan tanah. Ianya perlu memiliki lebar sekurang-kurangnya 1 meter untuk memberi ruang kerja. Manakala, perigi gerudi pula ialah perigi yang dibuat dengan menggunakan peralatan khas yang dimasukkan ke dalam tanah dan pengawalan peralatan dilakukan dari permukaan. Perigi ini biasanya kurang dari 30 centimeter (cm) diameter.



RAJAH 27: PROSES PENGALIAN PERIGI



RAJAH 28: PROSES PENGGERUDIAN PERIGI

(SUMBER: Panduaan mengurangkan impak aktiviti terhadap kualiti air sungai di Sabah, 2011)

4.4.4.2 GARIS PANDUAN UNTUK ABSTRAKSI AIR BAWAH TANAH DI MALAYSIA

Sebarang premis atau individu atau sesiapa sahaja yang bercadang atau sedang menggunakan air bawah tanah boleh memohon lesen kebenaran penggunaan air bawah tanah. Proses ini dibahagikan kepada dua kategori utama yang ditunjukkan seperti RAJAH 29. Prosedur ini digunakan di Selangor dan mungkin sedikit berbeza dari negeri lain. Lesen adalah sah untuk tempoh satu tahun dan memerlukan pembaharuan setiap tahun. Untuk maklumat mengenai borang seperti di RAJAH 29, sila rujuk laman sesawang Lembaga Urus Air Selangor (LUAS).

4.4.5 ABSTRAKSI AIR PERMUKAAN

Abstraksi air permukaan adalah penggunaan air dari tasik, kolam, paya, air pantai dan sumber air yang lain, sama ada semula jadi atau buatan manusia untuk komersial dan kegunaan utiliti awam. Ianya adalah proses mengambil air dari sumber ke loji rawatan menggunakan paip.

4.4.5.1 ABSTRAKSI AIR PERMUKAAN DI MALAYSIA

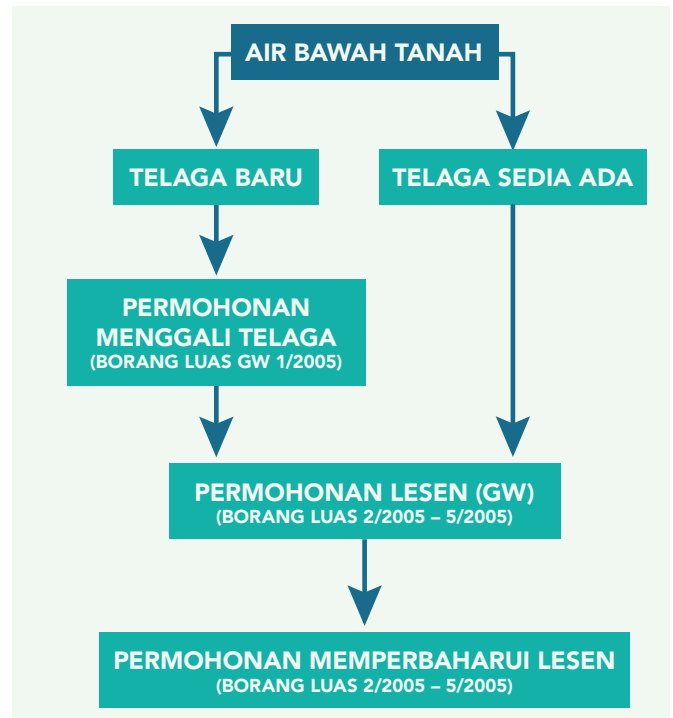
Di kebanyakan tempat, sungai merupakan sumber utama bagi abstraksi air permukaan. Namun, tasik dan lombong terbiar juga boleh digunakan. Contoh abstraksi air permukaan tasik di Sungai Semenyih. Semasa musim kemarau pada tahun 1997, penyimpanan air mentah di pusat takungan Semenyih berkurangan ke tahap kritikal dan ianya mustahil untuk meningkatkan pengambilan air Sungai Semenyih. Oleh itu, abstraksi permukaan air tasik telah dicadangkan untuk menyelesaikan isu ini. Air dialirkan dari kolam lombong terbiar dan disambungkan sebagai takungan untuk mengawal aliran di Sungai Semenyih. Proses ini membantu mengepam air mentah ke tasik penyimpanan Sungai Semenyih untuk menyelesaikan isu kekurangan air di kawasan Lembah Kelang. Satu lagi contoh yang baik untuk praktis ini adalah dari Sungai Selangor pada 2014.

4.4.5.2 GARIS PANDUAN UNTUK ABSTRAKSI AIR PERMUKAAN DI MALAYSIA

Untuk informasi mengenai borang berhubung proses abstraksi air permukaan, sila rujuk laman sesawang Lembaga Urus Air Selangor (LUAS).

RAJAH 30: PROSEDUR LISEN UNTUK ABSTRAKSI AIR PERMUKAAN DI MALAYSIA

(SUMBER: www.luas.gov.my, 2014)



RAJAH 29: PROSEDUR LISEN AIR BAWAH TANAH DI MALAYSIA

(SUMBER: www.luas.gov.my, 2014)



4.4.6 CONTOH ALTERNATIF SISTEM AIR DI NEGARA LAIN

Kajian alternatif berhubung dengan sistem air semakin berkembang di Eropah, di mana bandar-bandarnya dilengkapi dengan jalinan untuk membekal dan mengumpulkan air serta merawat sisa air. Antara persamaan ciri-ciri perkaitan air yang dilampirkan oleh ARENE (2005) adalah seperti berikut:

- Air hujan dituai di tangki (dalam rumah atau bawah tanah) dan digunakan untuk mengepam tandas, menjalankan mesin basuh dan menyiram taman.
- Air larian dikumpulkan dan dirawat untuk mengisi semula akuifer.
- Sebahagian eksperimen penggunaan semula air untuk aplikasi bukan air minum di kawasan dalam dan luar rumah.

Di BedZED (UK), sumber air yang boleh diperbaharui (air hujan, air tebus guna) membekalkan 18% penggunaan air setiap hari. Air sisa dirawat di dalam "*Living Machine*" (Loji rawatan air hijau (*green water treatment plant*)) di mana air dirawat secara biologi dan kaedah sinaran ultraviolet dalam piawaian untuk kegunaan tandas dan taman.

Di Vauban-Fribourg (Germany) air hujan dituai dan digunakan untuk mengepam tandas, mesin basuh dan taman; di bangunan perintis, air kelabu (*grey water*) dikumpul, dirawat dan diguna semula (untuk aplikasi bukan air minum di kawasan luar dan dalam premis); dan biogas dihasilkan daripada air sisa yang digunakan dalam perkakas gas (*feeds gas appliances*) seperti di dalam rumah.

Singapura merupakan salah satu negara yang melaksanakan program kitar semula air, NEWater yang bergantung kepada kemajuan penapisan mikro, osmosis songsang (*reverse osmosis*) dan pendedahan ultraviolet untuk membersihkan dan merawat air sisa untuk penggunaan air boleh minum. NEWater telah diiktiraf secara global sebagai contoh inovasi dalam pengurusan air, yang telah memenangi anugerah Penyumbang Alam Sekitar Tahunan (*Environmental Contribution of the Year*) daripada kumpulan Bijaksana Air Global (*Global Water Intelligence*) pangkalan London.

4.4.7 KEBAIKAN DAN KEBURUKAN SISTEM AIR ALTERNATIF

4.4.7.1 KEBAIKAN

- Dari pandangan alam sekitar, penggunaan semula air mengurangkan permintaan sumber air bersih, mempelbagaikan sumber air alternatif dan meningkatkan kebolehpercayaan pengaksesan sumber dan mengurangkan kadar pelepasan air sisa.
- Merupakan sistem berpusat, di mana air yang dihasilkan digunakan di kawasan sama, dapat mengurangkan kos pengangkutan dan rangkaian penyelenggaraan air tinggi, termasuk kerja lapangan untuk memperbaiki infrastruktur pengaliran bawah tanah. Kaedah penjimatan tenaga sistem berpusat ini dapat mengurangkan kesan rumah hijau.
- Penjimatan kos penyelenggaraan dan operasi sistem aliran air alternatif ini amat ketara kerana ia menggunakan rangkaian pengangkutan yang lebih efisien/kos pembinaan yang rendah di mana ia mengurangkan tekanan kewangan yang besar untuk pelaburan.

4.4.7.2 KEBURUKAN

- Sistem alternatif mungkin menghasilkan kos tambahan, sekiranya ia tidak selari dengan perancangan asal untuk membekalkan perkhidmatan dan pembinaan bangunan. Seperti sistem konvensional, aliran pendapatan dari kitar semula air bukan air minuman adalah terhadap dan kesanggupan untuk membayar adalah rendah, lebih-lebih lagi apabila kegunaan untuk bukan diminum mempunyai nilai yang rendah di dalam kalangan komuniti dan pengguna berbanding air minuman.
- Mereka mewujudkan beberapa risiko, melibatkan kesihatan awam dan ekonomi perkhidmatan air pada tahap perbandaran. Dari perspektif sosial dan ekonomi, sistem berpusat tidak menggalakkan subsidi silang dan solidariti kewangan antara kaya dan miskin, terutamanya apabila ianya tidak beroperasi dengan selari.
- Sudah tentu kebimbangan utama untuk sistem air berpusat adalah kesepaduan. Apa berlaku jika pembekal perkhidmatan mufli? Bagaimana set tarif, disemak dan diluluskan? Siapa yang akan melaksanakan ujian kualiti air pada paip pelanggan?
- Ianya adalah tidak pasti bagaimana sistem air berpusat boleh menyumbang rangkaian yang mampan. Walaubagaimanapun, kombinasi sistem berpusat dengan kewujudan infrastruktur pusat telah wujud di Australia, Paris dan Calcutta di mana air sisa dirawat secara tempatan dan boleh digunakan semula oleh penduduk atau dilepaskan ke kumbahan perbandaran.

Sistem air alternatif terkenal dengan penduduk luar bandar, tetapi merupakan pilihan yang bijak untuk diaplikasikan di kawasan bandar baru di mana tiada infrastruktur sedia ada. Sistem air alternatif boleh dipertimbangkan di pusat bandar di mana infrastruktur airnya semakin merosot ataupun infrastruktur dengan kapasiti terhadap serta projek pembangunan bandar secara mampan. Sistem ini penting memandangkan sistem air sedia ada tidak mampu memenuhi semua fungsi perkhidmatan air bandar (contoh: membekal air boleh diminum, kegunaan air yang tidak boleh diminum, pengurusan air hujan, sanitasi); kombinasi pusat penyediaan sistem air dan sistem air alternatif adalah pendekatan yang paling praktikal dalam kebanyakan kes.

MODUL 4: AKTIVITI

AKTIVITI 1: PENGAUDITAN AIR DI SEKOLAH ANDA (SK + SMK)

IKUTI LANGKAH-LANGKAH BERIKUT:

1. Perhatikan bil air sekolah anda. Adakah ianya berubah dari masa ke semasa? Jika ya, kenalpasti sebabnya.
2. Tanya tukang cuci dan kakitangan lapangan apa tujuan penggunaan air dan jumlah penggunaan. Contoh:
 - Membersihkan bilik tandas dan/atau pancuran pusat senaman?
 - Membersihkan kawasan bermain konkrit, laluan jalan, tempat meletak kenderaan dan menyiram tanam?
3. Tanyakan operator kantin jika terdapat kebocoran paip, berapa jumlah air digunakan untuk memasak dan membasuh.
4. Kenalpasti prosedur di sekolah anda untuk memeriksa dan memperbaiki kebocoran. Adakah wakil dari pihak sekolah yang bertanggungjawab dalam melaporkan masalah kebocoran? Adakah kebocoran diperbaiki secepat mungkin?
5. Pergi berjalan di sekitar sekolah untuk mengenalpasti lokasi penggunaan air. Kenalpastiengkapan penggunaan air (water-using fixtures) bagi kecekapannya dan catatkan sebarang kebocoran yang dijumpai. Sistem lengkapan air efisien adalah:
 - Pengepaman dual tandas.
 - Tekanan paip rendah (6ℓ/minit adalah aliran rendah).
 - Paip muatan mata air.
 - Pili air luar di mana pemegang boleh dialihkan.
6. Periksa agar tiada paip yang tidak boleh dilihat mengalami kebocoran. Untuk melakukannya, tutup semua air paip di sekolah pada hari penghujung persekolahan. Kemudian ambil bacaan meter air (lihat rajah meter air). Hari seterusnya, baca meter air semula sebelum digunakan semula. Sekiranya perbezaan yang ketara dikesan, terdapat kebocoran air paip yang tidak dapat dilihat. Bagaimana kaedah untuk dibaikinya?
7. Gunakan bacaan jadual audit air berikut untuk mengira jumlah penggunaan air per kapita sehari di sekolah. Boleh gunakan kalkulator di laman sesawang www.riverranger.my untuk pengauditan.

1: PENGGUNAAN AIR SEBENAR

SEKOLAH:												JUMLAH PENGGUNAAN AIR PER JENIS PENGGUNAAN SETIAP HARI (ℓ) (C) [C = A x B]	
TEMPAT	JENIS PENGGUNAAN (PEMBOLEHUBAH DIMANIPULASIKAN)	ISIPADU (ℓ) (V) (PEMBOLEHUBAH TETAP)	MASA (SAAT) (T) (PEMBOLEHUBAH BERGERAK BALAS)			KADAR ALIRAN (A) [A = V / T]	TEMPOH PER PENGGUNAAN (SAAT) (B)			PURATA			
			T1	T2	T3		D1	D2	D3				
AKTIVITI TERAS													
TANDAS / BILIK AIR	PENGEPAMAN												
	BUANGAN AIR KECIL SINKI	1 ℓ											
	PANCURAN	1 ℓ											
	CUCI TANDAS	1 ℓ											
	SINKI	1 ℓ											
KANTIN	MEMASAK	1 ℓ											
	MEMBASUH PINGGAN DENGAN ALIRAN PAIP MENGALIR	1 ℓ											
	MEMBASUH PINGGAN DI SINKI PENUH AIR	1 ℓ											
	HOS TAMAN	1 ℓ											
AKTIVITI TERPILIH													
MAKMAL	SINKI	1 ℓ											
	BASUHAN RADAS												
KELAS MEMASAK	MEMASAK	1 ℓ											
	MEMBASUH	1 ℓ											
SURAU	PAIP	1 ℓ											

62 2: PENGGUNAAN AIR DI SEKOLAH

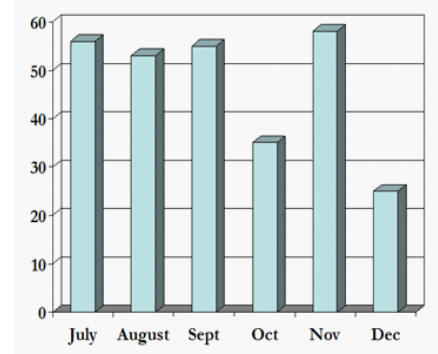
SEKOLAH:						JUMLAH PENGGUNAAN AIR PER JENIS PENGGUNAAN PER SEHARI (ℓ) (F) [F = C x D x E]
TEMPAT	JENIS PENGGUNAAN	JANGKAAN PENGGUNAAN AIR (ℓ)	PENGGUNAAN AIR SEBENAR SETIAP PENGGUNAAN (ℓ) (C)	FREKUENSI (JUMLAH BILANGAN MASA DIGUNAKAN PER SEHARI PER KAPITA) (D)		
AKTIVITI TERAS						
TANDAS / BILIK AIR	PENGEPAMAN	6 / 9 / 12*				
	BUANGAN AIR KECIL	6				
	SINKI	10				
	PANCURAN	10				
	CUCI TANDAS	9				
KANTIN	SINKI	19				
	MEMASAK	19				
	MEMBASUH PINGGAN DENGAN ALIRAN PAIP MENGALIR	45				
	MEMBASUH PINGGAN DI SINKI PENUH AIR	12				
	HOS TAMAN	9				
AKTIVITI TERPILIH						
MAKMAL	SINKI					
	BASUHAN RADAS	19				
KELAS MEMASAK	MEMASAK	9				
	MEMBASUH	10				
SURAU	PAIP	9				
JUMLAH PENGGUNAAN AIR PER KAPITA PER SEHARI (ℓ)						

*Bulatkan angka berdasarkan saiz sebenar

AKTIVITI 2: PEMULIHARAAN AIR (SK + SMK)

Untuk menentukan kos penjimatan dari hasil pemuliharaan air untuk jangka masa panjang, anda boleh merekod dan melakarkan graf bil air sekolah untuk tempoh enam bulan.

1. Rekodkan bil air bulanan untuk enam bulan (minimum).
2. Lukiskan graf untuk menunjukkan penggunaan air.
3. Kira jumlah penggunaan air untuk setiap pengguna di sekolah setiap hari. Contohnya:



RAJAH 37: CONTOH GRAF PENGGUNAAN AIR

LANGKAH 1: Rekodkan bacaan meter terkini. **(A)**

LANGKAH 2: Dapatkan bacaan meter sebelum ini. **(B)**

LANGKAH 3: Kira jumlah penggunaan air. **(C)**
 $C = A - B$

LANGKAH 4: Kira jumlah penggunaan seharian per pengguna. **(D)**
 $D = C \times 1000 \div (\text{BIL. HARI PERSEKOLAHAN} \times \text{BILANGAN PENGGUNA})$

Nilai D dari jadual atas akan memberikan jumlah penggunaan air oleh setiap pengguna di sekolah di mana pelajar adalah pengguna utama. Rancang dan bincangkan dalam kumpulan tentang cara untuk mengurangkan penggunaan air per kapita di sekolah dan mulakan pemuliharaan air dengan menggunakan teknik berikut dan perbaiki sebarang kebocoran dalam tempoh enam bulan.

AKTIVITI 3: SISTEM PENUAIAN AIR HUJAN (SMK)

Bina sistem penuaian air hujan di sekolah anda. Rujuk www.survivallife.com/2014/06/05/diy-rainwater-collection-system untuk video cara melakukannya.

Atau lihat video kaedah "step-by-step" di www.theselfsufficientliving.com/making-diy-rain-barrels

Ini adalah beberapa gambar contoh sistem penuaian air di sekolah:



AKTIVITI 4: POKOK EFISIEN AIR (SK + SMK)

Ambil tahu tentang tumbuhan asli Malaysia dan yang mana adalah spesies yang diperkenalkan. Selalunya tumbuhan asli atau tumbuhan yang datang dari iklim yang hampir sama tidak menggunakan terlalu banyak air untuk kelangsungan hidup. Buat senarai tumbuhan ini dan cari jika sekolah anda memiliki tumbuhan ini. Contohnya: Bunga Raya, Ros, Limau, Cili, Keladi Gajah, Mangga, Betik/Pukul Lima, Angsana, Jakaranda dan Lidah Api.

Tambahkan senarai tumbuhan di sekolah anda jika boleh.

AKTIVITI 5: IMEJ AIR (SK + SMK)

Pergi lawatan ke lapangan bersama guru anda.

Dalam satu kumpulan yang mempunyai 10 orang, dengan kamera dan pad lakaran: Ambil gambar atau melukis sebanyak mungkin imej air yang anda dan kumpulan anda lihat.

Selepas lawatan, tunjukkan dan ceritakan kepada rakan-rakan di kelas tentang tujuan aktiviti ini bagi perbincangan selanjutnya.