

‘Saya/Kami* akui bahawa telah membaca
karya ini dan pada pandangan saya/kami* karya ini
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur Dan Bahan)’

Tandatangan :

Nama Penyelia I : MOHD BASRI BIN ALI

Tarikh : 27 MAC 2008

MEREKA BENTUK SISTEM TAKUNGAN AIR HUJAN BAGI MENJIMATKAN
PENGUNAAN AIR BERSIH DAN MENGELAKKAN MASALAH BANJIR

SAFUAN EFFENDY BIN MAT GHANI

Laporan ini dikemukakan sebagai
Memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur Dan Bahan)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Mac 2008

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendirii kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan :

Nama Penulis : SAFUAN EFFENDY BIN MAT GHANI

Tarikh : 27 MAC 2008

Untuk kedua ibu bapa tersayang,

Encik Mat Ghani Bin Yusuf dan Puan Noriah Binti Abd. Ghafar

Adik-adik saya

Siti Norzulaikha

Siti Nadzirah

Mohd Shahrin Ikmal

Sanak saudara, kawan lelaki dan perempuan.....

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi dengan limpah Rahmat dan Kurnia-Nya dapat saya menyiapkan Projek Sarjana Muda saya ini.

Jutaan terima kasih saya ucapkan kepada penyelia dan penasihat saya, En. Mohd Basri Bin Ali dengan bantuan dan tunjuk ajar beliau selama saya menjalankan dan menyiapkan laporan Projek Sarjana Muda 1 dan Projek Sarjana Muda 2 saya ini. Beliau juga banyak memberi semangat dan bimbingan selain ibu bapa serta rakan-rakan seperjuangan saya yang lain.

Di kesempatan ini saya mengucapkan berbanyak-banyak terima kasih juga kerana banyak memberi galakan dan sokongan untuk saya menyiapkan laporan ini. Tanpa tunjuk ajar dan bimbingan dari penyelia dan rakan-rakan mungkin agak sukar untuk saya menyiapkan laporan ini secara sendirian.

Terima kasih saya ucapkan dan di kesempatan ini saya memohon agar Ilahi membalas jasa baik mereka yang tidak terhingga.

Sekian. Terima Kasih.

ABSTRAK

Sistem Penuaian Air Hujan atau *Rainwater harvesting* merupakan salah satu sistem yang telah banyak di kaji dan di guna pakai bagi mengelak atau mengurangkan masalah pembaziran penggunaan air bersih dan dalam masa yang sama mengurangkan masalah banjir. Bagi tujuan ini saya telah mencadangkan satu rekabentuk tangki dan paip bagi sistem penuaian air hujan yang lengkap untuk di guna pakai pada rumah teres kos sederhana bagi mengelakkan masalah di atas. Objektif kajian ini adalah untuk mengenalpasti, menganalisis dan merekabentuk tangki atau sistem takungan hujan untuk membekalkan air untuk kegunaan selain kegunaan harian dan mengelakkan masalah banjir. Pada masa yang sama juga bagi melaksanakan proses mereka bentuk sistem takungan hujan yang lebih efisien dan menjimatkan. Dalam projek dan kajian ini dua rekabentuk telah dikenal pasti sesuai di gunakan dan salah satunya diambil untuk pemilihan rekabentuk. Dalam Pemilihan rekabentuk di pilih berdasarkan isipadu air, m^3 (Meter persegi) yang sesuai untuk membekalkan air berdasarkan sistem pecutan graviti, $a = 9.81 \text{ m/s}$. Pengiraan jumlah takungan hujan dan isipadu tangki yang sesuai juga di ambil kira bagi memberikan keputusan yang terbaik dalam analisis.

ABSTRACT

Rainwater harvesting system is one of the system that had been studied and used to avoid or reduce the problem of wasting clean water using and at same time to reduce flood problem . For this problem, i had purposed a design for tank and piping to be used in rainwater harvesting system for terrace house to avoid the problem above. The objective of this studied is to identify, to analyse and also to design a tank or rainwater harvesting system to supply a water for daily use furthermore can also reduce the flood problem. At the same time, it also can implement design process for rainwater harvesting to be more efficient to the public. In this study, i already identify two type of tank design which is suitable for use and of of them had been taken to implement this project. The design is considered by the volume of water (m^3) and also the acceleration of gravity, $a=9.81 \text{ ms}^{-2}$. Calculation of rainwater reservoir and the volume of tank is considered to get the best analysis and result.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	i
	DEDIKASI	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ABSTRACT	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SIMBOL	xii
	SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1	Pengenalan	
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Penyataan Masalah	2
	1.3 Objektif Kajian	3
	1.4 Skop Kajian	4
	1.5 Ringkasan Panduan Kajian	5
	1.6 Kepentingan Kajian	6
BAB 2	KAJIAN ILMIAH	
	2.1 Pengenalan	7

2.1.1 Krisis Air	8
2.1.2 Masalah Banjir	10
2.2 Tangki	11
2.2.1 Definisi Tangki	11
2.3 Sistem Bekalan Air	13
2.3.1 Pemasangan	13
2.3.1.1 Kaedah Langsung	13
2.3.1.2 Kaedah Tidak Langsung	13
2.4 Sistem Paip Air Dalam Bangunan	14
2.4.1 Reka Bentuk Sistem Paip Air Dalaman (SPAD)	16
2.4.2 Pengiraan Saiz Tangki Dan Saiz Paip	17
2.4.3 Pemasangan Tangki	18
2.4.4 Tangki Untuk Sistem Paip Dalaman	18
2.4.5 Sistem Paip Air Dalaman	20
2.4.5.1 Pemasangan Paip	20
2.4.5.2 Bahan-bahan Paip	20
2.4.5.3 Penyambungan	21
2.4.5.4 Flush Valve (injak simbah)	21
2.5 Penggunaan Air Hujan	23
2.6 Pengagihan Air Hujan Dan Paip Bekalan	24

BAB 3

METODOLOGI KAJIAN

3.0 Pengenalan	26
3.1 Carta Alir Penggunaan Sistem	27
3.2 Cadangan Pemilihan Penempatan tangki	28
3.3 Pemasangan Tangki Air Hujan	28
3.3.1 Tangki Simpanan Air di atas Tanah (<i>ground-level reservoir</i>)	29
3.3.2 Tangki Berada Atas atau Di dalam Syiling Rumah (<i>Elevated water Tank</i>)	30

3.4	Pemilihan Rekabentuk	31
3.5	Rekabentuk Tangki	32
3.6	Tangki Simpanan	33
3.7	Sistem Penyelenggaraan	33
BAB 4	ANALISIS DAN KEPUTUSAN	
4.1	Pengenalan	35
4.2	Analisis Penurunan Hujan Paling Banyak	35
4.2.1	Taburan Hujan Paling Banyak (Disember)	37
4.3	Kawasan tadahan	38
4.4	Pengiraan	39
4.4.1	Kadar alir	41
4.5	Kadar Penggunaan Air Sehari	43
4.6	Penjimatan Penggunaan Air Berdasarkan Rekabentuk	44
4.7	Perbandingan Kos	45
BAB 5	PERBINCANGAN	
5.1	Pengenalan	46
5.2	Rekabentuk Tangki	46
5.3	Penjimatan Penggunaan Air Bersih	47
5.4	Mengurangkan Masalah Banjir	49
BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN PADA MASA HADAPAN	
6.1	Kesimpulan	51
6.2	Cadangan Pada Masa Hadapan	53

RUJUKAN	54
LAMPIRAN	55

SENARAI JADUAL

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Penggunaan Air	19
2.2	Keperluan Bagi Injap Simbah	22
4.1	Taburan Hujan Paling Lebat di Salah Sebuah Negeri di Malaysia	37
4.2	Pengiraan Jumlah Takungan Hujan Sebenar	39
4.3	Pengiraan Jumlah Air Hujan Berdasarkan Model	40
4.4	Penggunaan Air Dalam Sehari	43
4.5	Perbandingan Kos Penggunaan Air	45

SENARAI RAJAH

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Carta Alir Bagi Panduan Kajian	5
2.1	Sistem Bekalan Air Tangki	14
2.2	Tangki Simpanan Air (tangki panel FRP)	19
2.3	Lukisan skematik 2D Sistem Penuaian Air Hujan (<i>rainwater harvesting</i>)	24
2.4	Pecahan Penggunaan Air Dalam Sektor Kediaman Domestik	25
3.1	Carta Alir Pemasangan Dan Penggunaan Sistem	27
3.2	Contoh Sistem Tangki Simpanan Air Atas Tanah	29
3.3	<i>Elevated Water Tank</i>	30
3.4	Rekabentuk Tangki	32
3.5	Sistem Bekalan Bagi Mengelakkan Masalah Sumbat Atau Kotor	34
4.1	Model Rumah yang Telah di Bina	36
4.2	Model Tangki Seluas 0.1mX0.1MX0.2m	36
4.3	Kawasan Tadahan Air	38
4.4	Saluran air mengalir” <i>gutter</i> ”	38
4.5	Contoh Bekalan Air Paip	42
4.6	Kawasan di mana Tangki di Letakkan	42
4.7	Rekabentuk Tangki yang telah di Bina	44

SENARAI SIMBOL

<i>V</i>	=	<i>Beverage Flow Rate, m/s</i>
<i>C</i>	=	<i>Coefficient Roughness of pipe</i>
<i>D</i>	=	<i>Diameter of pipe</i>
<i>I</i>	=	<i>Hydraulic gradient</i>
<i>Q</i>	=	Kadar Alir
<i>A</i>	=	Halaju
m/s	=	Meter Persaat
g/m	=	Gram Permeter
m ²	=	Meter Persegi
m ³	=	Meter Padu
JKR	=	Jabatan Kerja Raya
NAHRIM	=	<i>National Hydraulic Research Institute of Malaysia</i>

SENARAI LAMPIRAN

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
1	Fabrikasi Model Rumah	56
2	Tangki Dan Saliran	58
3	Artikel	59-60
4	Projek Takungan Air Hujan Masjid Ampang	61
5	Projek Takungan Air Hujan Rumah 2-Tingkat Di Sandakan	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Air adalah satu keperluan asas bagi kehidupan dan ia merupakan suatu unsur kimia dan boleh wujud dalam bentuk cecair, pepejal atau gas. Bumi hanya boleh menampung kehidupan kerana planet ini mempunyai sumber air. Peratusan air di atas bumi adalah 75% tetapi hanya 1.5% sahaja boleh digunakan untuk kehidupan seharian. Walaupun terdapat pelbagai gaya hidup berlainan, manusia di seluruh dunia menggunakan air untuk makanan, memasak, membasuh, proses pembersihan, penanaman dan untuk memproses bahan mentah. Selain itu, air juga digunakan untuk kehidupan moden seperti penggunaan penghawa dingin. Air yang diperolehi daripada sumber-sumber seperti sungai dan air hujan akan dirawat dan dijadikan bekalan kepada pengguna. Air yang dibekalkan ini direkabentuk agar dapat memenuhi keperluan pengguna untuk menjalani aktiviti harian.

Bermula sejak Rancangan Malaysia ke Enam hingga sekarang ini, kerajaan telah menyedari petanda bahawa permintaan bekalan air di negara kita semakin meningkat dari tahun ke tahun. Lantaran daripada perkara tersebut, maka kerajaan telah menetapkan beberapa program diantaranya mewajibkan tangki simpanan air hujan di setiap rumah bagi mengurangkan masalah air di negara kita. Satu penyelidikan terhadap corak penggunaan air domestik pada tahap isi rumah perlu dilakukan untuk mengenal pasti faktor yang paling ketara mengakibatkan pencemaran air sebaik pembaziran air pada peringkat domestik (termasuk industri-industri kecil dan industri desa). Dalam

penyelidikan kerajaan sebelum ini adalah menerusi borang soal-selidik di kawasan tertentu (termasuk bahagian dengan operasi industri-industri desa yang berskala kecil) yang dikenalpasti sebagai pengguna perkapita yang tertinggi, penyelidikan pada ketersediaan dan harga air yang dibekalkan, dan melalui temuduga dengan masyarakat tempatan. Perbandingan antara kegunaan di kawasan bandar dan kawasan pedalaman, pengaruh tarif pada penggunaan air, kekurangan kemudahan penjimatan “ water conserving faucets” bagi penggunaan isi rumah akan dibincangkan dan kaedah yang paling sesuai dalam penjimatan air di negara kita mengikut kemampuan pengguna tempatan.

Semua banglo, kilang dan bangunan institusi seperti sekolah, akan diwajibkan memasang sistem penuaian hujan untuk menjimatkan penggunaan air yang dirawat. Sistem penuaian hujan ialah proses mengumpul air hujan dari bumbung ke tangki simpanan menerusi palung yang dipasang khas. Air itu biasanya diguna untuk pelbagai tujuan kecuali untuk diminum atau penyediaan makanan. Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan sudah diarah menggubal undang-undang kecil berhubung peraturan itu untuk dibentangkan pada Majlis Negara Bagi Kerajaan Tempatan (MNKT). Penggunaan air hujan untuk membasuh premis, kenderaan dan menyiram pokok dapat mengelak pembaziran air dirawat yang sepatutnya digunakan untuk minuman dan mandian. Dengan adanya undang-undang ini, banyak air boleh dijimatkan dan tidak dibazirkan. Air paip sepatutnya diguna untuk minum dan mandi. Penggunaan air yang optimum, berjimat-cermat dan mahu kecekapan penggunaan air menjadi amalan kebiasaan dalam diri kita.

(Air Dan Kepentingan, Johari Ahmad, 2004)

1.2 Penyataan Masalah

Di kawasan pembangunan yang pesat membangun terutamanya di bandar-bandar besar seringkali timbul masalah banjir kilat yang menyebabkan kerugian harta benda dan kerap kali mengancam dan membahayakan nyawa manusia. ini kerana terdapat banyak kawasan yang di takungi air terutamanya di kawasan-kawasan

perumahan atau pun di kawasan penempatan dan tempat tinggal. Ini kerana sistem perparitan atau saluran hanya bergantung kepada sistem yang di bina mahupun sistem semulajadi yang kian tidak terpelihara.

Di kawasan bandar juga kurang mendapat tadahan dan kawasan simpanan air seperti padang rumput, taman rekreasi air, tasik ataupun kolam semulajadi yang boleh menghalang air atau menyimpan air larian. Di samping itu juga, perkembangan masalah ini boleh membawa kepada masalah kekurangan air bersih berikutan pada masa yang sama negara kita mempunyai sedikit sistem tadahan air hujan yang digunakan untuk tujuan penggunaan air bersih.

Di atas inisiatif ini saya membina atau mencadangkan air hujan ini di gunapakai atau di takung untuk tujuan mengelakkan banjir dan juga untuk tujuan harian. Projek atau cadangan ini dapat mengurangkan sekurang-kurangnya 30 peratus masalah takungan air hujan atau banjir di samping air ini dapat di gunapakai untuk tujuan harian tanpa melibatkan kos bil dan sumber penggunaan semulajadi di dalam kaedah penuaian air hujan atau pun *rainwater harvesting*. (Masalah Tadahan, Norizan Sayuti, 2006)

1.3 Objektif Kajian

Kajian yang dilakukan ini adalah untuk mencapai objektif berikut:

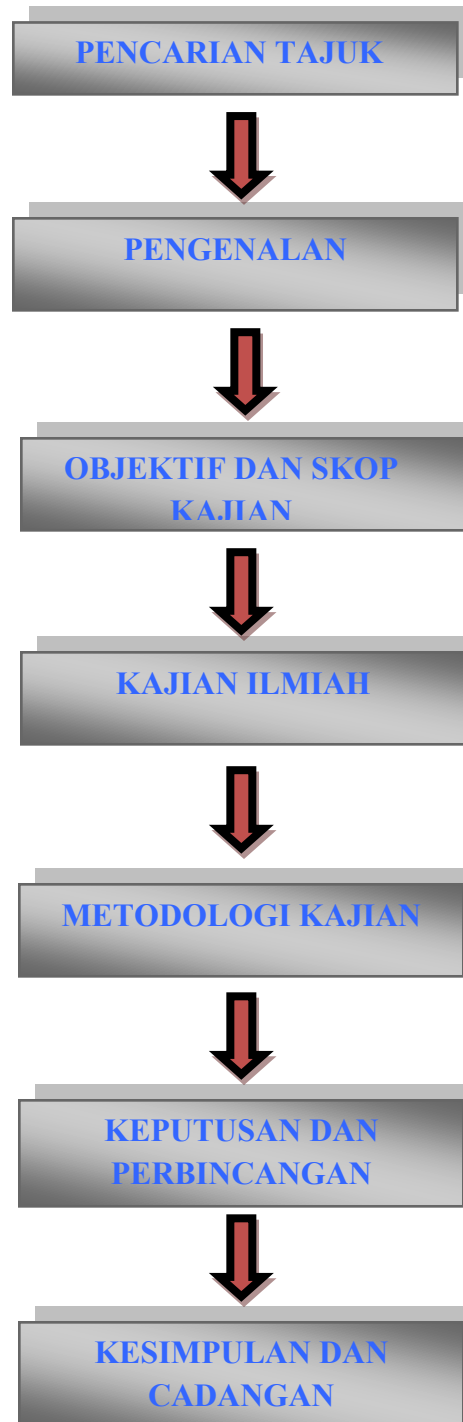
- 1) Projek ini bertujuan untuk mengenalpasti, menganalisis dan merekabentuk tangki atau sistem takungan hujan untuk membekalkan air untuk kegunaan selain kegunaan harian dan mengurangkan masalah banjir.
- 2) Melaksanakan proses mereka bentuk sistem takungan hujan yang lebih efisien dan menjimatkan.

1.4 Skop Kajian

Laporan ini akan merangkumi:

- Membuat saiz kecil untuk tangki simpanan air hujan dan mengkaji rekabentuk sistem yang paling sesuai untuk di guna pakai dirumah teres.
- Sistem takungan air hujan ini adalah berdasarkan system takungan air yang berasaskan prinsip aliran air secara tekanan graviti
- Proses aliran hujan daripada bumbung rumah melalui `gutter` seterusnya ke tangki simpanan.
- Kajian adalah tertumpu kepada rekabentuk sistem yang paling ringkas dan sesuai diguna pakai di rumah teres di Malaysia dan dalam masa yang sama mengurangkan masalah banjir.

1.5 Ringkasan Panduan Kajian



Rajah 1.1 : Carta Alir Bagi Panduan Kajian

1.6 Kepentingan Kajian

Kajian yang dilaksanakan ini akan menjadi alternatif dalam usaha untuk menjimatkan penggunaan air yang dirawat untuk mengelakkan pembaziran yang sepatutnya air yang dirawat digunakan untuk minuman dan mandian sahaja. Di antara kepentingan kajian ini adalah ia dapat membantu dalam:

- 1) Memberi pemahaman yang lebih mendalam tentang kelebihan sistem yang dicadangkan ini.
- 2) Mengkaji keberkesanan sistem ini dalam mengurangkan kadar penggunaan air yang bersih atau dirawat selain membantu mengelak masalah banjir.
- 3) Memperbaiki rekabentuk saliran air hujan bagi penggunaan air dengan merancang kadar penggunaan air terancang pada masa kini dan ini mengelakkan pembaziran air berlaku.
- 4) Berperanan sebagai pemangkin dalam penyebaran maklumat mengenai penjimatan air serta mengesahkan potensi penuaian air hujan.
- 5) Untuk menganalisis pengurangan jumlah penggunaan air paip dan memantau pengurangan bil air.

BAB II

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan

Negara kita Malaysia telah menyaksikan kemajuan pesat sosioekonomi selaras dengan Wawasan 2020. Kemajuan dalam pelbagai bidang ekonomi seperti industri pembuatan, industri perusahaan utama seperti kelapa sawit dan getah, pertanian dan industri asas tani, industri pelancongan, industri berat dan lain-lain banyak menggunakan air. Pertumbuhan pesat permintaan dalam bidang pertanian, industri dan domestik menambah tekanan ke atas sistem sumber air sedia ada lebih-lebih lagi dalam keadaan kemarau panjang yang dikaitkan dengan El Nino, perubahan guna tanah dan juga perubahan iklim global. Bandar-bandar yang pesat membangun menarik kemasukan ramai orang menyebabkan urbanisasi yang pesat yang turut membawa masalah banjir kilat akibat pertambahan permukaan tak telus.

Pendekatan Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM) akan diperkenalkan untuk mencapai pembangunan sumber air yang mampan. Kajian Kebangsaan Mengenai Pelaksanaan Secara Berkesan Pengurusan Sumber Air Bersepadu di Malaysia yang dimulakan pada tahun 2006 dijangka siap dalam tempoh Rancangan. Kajian tersebut akan merangka pelan tindakan dan program untuk meningkatkan kesedaran terhadap IWRM serta mencapai pengurusan sumber air negara yang cekap dan mampan. IWRM juga melibatkan pengurusan sumber fizikal serta pemulihan sistem dan amalan bagi membolehkan masyarakat mendapat manfaat yang berterusan dan saksama daripada sumber tersebut.

Kaedah “rainwater harvesting” atau penuaian air hujan merupakan adalah salah satu pendekatan di mana air hujan yang turun ditakung dalam kolam air atau pun dalam tangki yang direkabentuk khas untuk menyimpan air hujan. Air yang disimpan itu boleh digunakan untuk tujuan pengairan bagi tanaman-tanaman tertentu seperti bunga-bunga atau pun pembasuhan baju atau kereta, kegunaan tandas kecuali tidak sesuai untuk diminum atau memasak. Dengan menggunakan kaedah ini, air hujan yang biasanya akan mengalir ke dalam longkang dan kemudiannya ke sungai tidak dibazirkan kerana dapat dipakai dan ini akan membawa penjimatan kepada penggunaan air paip sekaligus dalam masa yang sama dapat mengelakkan atau mengurangkan masalah banjir. Kajian kes yang dilakukan adalah merangkumi satu teknik dan model mudah yang berkos efektif. Tujuan utama kajian ini adalah hanya untuk mengantikan penggunaan air kegunaan tandas, penanaman, serta bukan untuk air minuman.

(IWRM, Penyelidik Am, 2005)

2.1.1 Krisis Air

Malaysia bertuah kerana mempunyai sumber air yang banyak. Kedudukannya di garisan Khatulistiwa memberikannya hujan sepanjang tahun berjumlah lebih dari 2,000 mm setahun sementara di kawasan pantai timur pula purata sebanyak 5,000 mm. Selain itu Malaysia dirahmati dengan lebih dari 150 buah sungai yang merupakan sumber air mentah utama. Walau bagaimanapun terdapat beberapa krisis air yang berlaku seperti krisis air di Lembah Kelang 1998. Krisis air di Durian Tunggal, Melaka pada tahun 1991 dan beberapa siri tumpahan minyak diesel ke dalam sungai yang menyebabkan bekalan air terganggu.

Krisis air merujuk kepada status sumber air relatif kepada permintaan manusia sejak tahun 1970-an kepada masa kini. Istilah "krisis air" digunakan di seluruh dunia oleh Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu untuk menunjukkan situasi sumber air mentah ketika ini. Aspek utama krisis air adalah kekurangan sumber air yang boleh digunakan dan pencemaran air.

Dunia kita mempunyai air bersih yang terhad yang tersimpan di dalam tanah, permukaan bumi dan atmosfera. Masyarakat umum kadangkala tersalah anggap bahawa

lautan adalah sumber air sedia ada tetapi mereka tidak memahami jumlah tenaga yang diperlukan untuk menukar air masin kepada air bersih masih lagi sesuatu yang tidak begitu mudah dilakukan. Kerana inilah hanya sedikit sahaja bekalan air bersih yang diambil dari proses penyahmasinan.

Terdapat beberapa manifestasi utama dari krisis air.

- Kekurangan bekalan air minuman yang selamat kepada lebih kurang 1.1 bilion manusia.
- Penggunaan air bawah tanah yang boleh menyebabkan kekurangan hasil pertanian
- Penggunaan berlebihan dan pencemaran sumber air yang mengganggu kepelbagaian bio.

Penyakit yang dibawa oleh air dan ketiadaan sanitari adalah salah satu punca utama kematian di dunia. Untuk kanak-kanak di bawah umur lima tahun, penyakit yang dibawa oleh air adalah penyebab utama kematian. Separuh dari pesakit di hospital adalah disebabkan oleh penyakit dibawa oleh air. Mengikut Bank Dunia, 88 peratus dari penyakit disebabkan oleh meminum air yang tidak bersih, kekurangan sanitasi dan kurang penjagaan kebersihan.

Pada mulanya manifestasi dari krisis air tidak begitu teruk tetapi tahap populasi manusia yang semakin bertambah pada abad ke-20 mengurangkan kuantiti air bersih. Ini diburukkan lagi dengan kemarau yang mengganggu keseimbangan bekalan air bersih.

(Krisis Air, Ensiklopedia Bebas, 2007)