

**MENGAJI KEJITUAN *SMARTMETER* DAN *MECHANICAL METER*
DALAM MENGURANGKAN KADAR AIR TAK-TERHASIL (NRW) DI TAMAN
UNIVERSITI, KAWASAN KOMERSIAL (GP 12)**

MOHD FAIZUL BIN MOHD RADZI

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

Universiti Teknologi Malaysia

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS***

**JUDUL : MENGAJAI KEJITUAN SMARTMETER DAN MECHANICAL METER DALAM
MENGURANGKAN KADAR AIR TAK-TERHASIL (NRW) DI TAMAN UNIVERSITI,
KAWASAN KOMERSIAL (GP 12)**

SESI PENGAJIAN : 2008/ 2009

Saya

MOHD FAIZUL BIN MOHS RADZI

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (~~Diploma / PSM / Sarjana / Doktor Falsafah~~) * ini disimpan di Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut :

1. Tesis adalah hak milik Universiti Teknologi Malaysia.
2. Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. ** Sila tandakan (√).

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap:

**1214, PERMATANG RAMBAL,
13100 PENAGA,
SEBERANG PERAI UTARA,
PULAU PINANG.**

PROF IR DR MOHD AZRAAI BIN KASSIM

(Nama Penyelia)

Tarikh: **04 MEI 2009**

Tarikh: **04 MEI 2009**

CATATAN : * Potong yang tidak berkenaan

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT atau TERHAD.

*** Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus atau penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (PSM).

”Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Awam”

Tandatangan :

Nama Penyelia : **PROF IR DR MOHD AZRAAI BIN KASSIM**

Tarikh : **04 MEI 2009**

**MENKKAJI KEJITUAN *SMARTMETER* DAN *MECHANICAL METER*
DALAM MENGURANGKAN KADAR AIR TAK-TERHASIL (NRW) DI
TAMAN UNIVERSITI, KAWASAN KOMERSIAL (GP 12)**

MOHD FAIZUL BIN MOHD RADZI

Laporan ini dikemukakan sebagai memenuhi
sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Awam)

**Fakulti Kejuruteraan Awam
Universiti Teknologi Malaysia**

MEI, 2009

Saya akui hasil karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya”

Tandatangan :
Nama Penulis : **MOHD FAIZUL BIN MOHD RADZI**
Tarikh : **04 MEI 2009**

Buat keluarga yang tersayang..

Emak: Fauziah binti Aziz, Abah: Mohd Radzi bin Ishak,

Kak long: Norfariza Mohd Radzi , Adik-adik: Nur Idayu Mohd Radzi dan Nur Izzati

Mohd Radzi

Jasa dan kasih sayang kalian tidak mungkin dapat dilupakan..

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah keizinan-Nya dapat saya menyiapkan projek sarjana muda ini dalam masa yang telah ditetapkan oleh pihak fakulti.

Jutaan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia projek, Prof. Ir Dr Mohd Azraai Kassim yang tidak jemu memberi tunjuk ajar serta meluangkan masa beliau sepanjang tempoh pelaksanaan kajian ini.

Penghargaan ini juga ditujukan khas buat orang yang telah banyak memberi dorongan dan semangat sepanjang menjalankan projek ini iaitu kedua ibu bapa dan keluarga saya. Segala bantuan dari segi moral dan kewangan amat tidak ternilai harganya dan tidak lupa juga buat kakitangan Fakulti Kejuruteraan Awam (FKA), Pusat Sumber FKA, Pejabat Harta Bina UTM, Skudai, Pihak Syarikat Air Johor Holding (SAJH), Tuan Haji Mohd Ghazali Ibrahim dan Encik Hussein, pihak EP Manufacturing Berhad (EPMB), Encik Khairul dan tidak lupa rakan seperjuangan Mohd Azwan Moskam dan Mohd Khairul Anuar Ismail yang banyak membantu, serta seluruh warga blok L04 Kolej Tun Hussein Onn ribuan terima kasih diucapkan. Jasa kalian semua tidak akan dilupa.

Akhir kata, diharap projek ini memenuhi kehendak dan tujuan asal kajian dan semoga apa yang kita lakukan di dunia ini mendapat rahmat dan berkat dari Ilahi. Insyaallah...

ABSTRAK

Secara global jumlah isipadu air tak-terhasil (NRW) atau kehilangan air adalah sangat membimbangkan. Setiap tahun lebih daripada 32 billion m³ air bersih telah mengalami kehilangan disebabkan kebocoran paip servis daripada sistem agihan air. Untuk tambahan sebanyak 16 billion m³ per tahun air sampai kepada pengguna tetapi tidak direkodkan kerana dicuri, kegagalan meter atau rasuah. Air tak-terhasil boleh berlaku disebabkan oleh dua faktor. Faktor yang menyumbangkan kepada NRW adalah Kehilangan Komersial dan Kehilangan Fizikal. Kehilangan Komersial bermaksud kadang kala dianggap kehilangan nyata, ia merupakan penggunaan yang tidak sah dan ketidaktelitian semua meter air. Manakala Kehilangan Fizikal pula bermaksud kadang kala dianggap Kehilangan Sebenar, yang mana setiap isipadu kehilangan terus daripada semua jenis kebocoran, pecah dan limpahan daripada tangki utama, tangki perkhidmatan dan sambungan perkhidmatan, untuk sampai kepada meter pengguna. Cekepan meter pengguna adalah sangat penting, penggunaan meter pada semua operasi berbeza dan setiap pengukuran berkaitan aliran perlahan. Kecekapan meter pengguna bergantung pada beberapa faktor, termasuk jenis meter, jenama, polisi penggantian, penyelenggaraan dan kualiti air. Dalam keperluan air bersih seharusnya menubuhkan panduan untuk semua faktor bagi menjamin kecekapan meter merekod data penggunaan air pengguna. Kajian ini fokus kepada mengkaji meter air pengguna di Taman Universiti, kawasan komersial GP 12. Masa untuk kajian ini dijalankan ialah 3 bulan dan data diperolehi daripada *SmartMeter* dan *Mechanical Meter* dapa kawasan kajian. Hasil daripada kajian yang dijalankan *SmartMeter* lebih tepat merekod bacaan dapa aliran tinggi dan ai amat sesuai digunakan bagi kawasan komersial.

ABSTRACT

The global volume of non-revenue water (NRW) or water losses is staggering. Each year more than 32 billion m³ of treated water are lost through leakage from distribution networks. An additional 16 billion m³ per year are delivered to customers but not invoiced because of theft, poor metering, or corruption. Non-revenue water can occur due to two factors. The factors that contribute NRW are Commercial Losses and Physical Losses. Commercial Losses are sometimes referred to as Apparent Losses and this consist of Unauthorized Consumption and all types of metering inaccuracies. Physical Losses are sometimes referred to as Real Losses, which are annual volumes lost through all types of leaks, bursts and overflows on mains, service reservoirs and service connections, up to the point of customer metering. The accuracy of customer is equally important, with the main difference being that there are many more customer meters in operation and each measures a relatively smaller flow than production meter. The accuracy of customer metering depends on several factors, including meter type, brand, replacement policy, maintenance, and water quality. The water utility should establish guidelines for all of these factors to ensure accuracy of customer consumption data. This study focuses to investigation the efficiency of meter customer at Taman Universiti, commercial area GP 12. Period of this study is 3 month and obtain the data from *SmartMeter* and *Mechanical Meter* area of study. From this study *SmartMeter* is more accurate than *Mechanical Meter* in high flow and *SmartMeter* are very suitable for commercial area

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	JUDUL	i
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI LAMPIRAN	xiii
	SENARAI RINGKASAN	xiv
1	Pengenalan	1
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Kenyataan Masalah	2
	1.3 Objektif Kajian	3
	1.4 Skop Kajian	3
	1.5 Data Maklumat Kawasan Kajian	5
	1.6 Lokasi Kajian	5

2	KAJIAN LITERATUR	6
2.1	Pengenalan	6
2.2	Air Tak-Terhasil (NRW)	7
2.1.1	Definasi Air Tak-Terhasil (NRW)	7
2.2.2	Statistik Kadar NRW Di Seluruh Malaysia	10
2.3	Kehilangan Fizikal	11
2.4	Kehilangan Komersial	11
2.4.1	Penyambungan Haram	12
2.4.2	Memadam Kebakaran	12
2.4.3	Penggunaan Operasi	13
2.4.4	Ralat Meter Dan Kecuaian	13
2.4.6	Ralat Bacaan Meter	14
2.5	Meter Air	15
2.5.1	Jenis Dan Kelas Meter Air	15
2.5.1.1	Meter Air Anjakan Positif	15
2.5.1.2	Meter Air Cakera Berpusing	16
2.5.1.3	Meter Air Omboh Berputar	17
2.5.1.4	Meter Halaju	17
2.5.1.5	Meter Air Tubin	18
2.5.1.6	Meter Air Venturi	19
2.5.1.7	Meter Air Orifis	19
2.5.2	Kelas Meter	20
2.5.3	Jenis Dan Maklumat Meter Air Yang Diguna Pada Kawasan Kajian	21
2.5.3.1	SmartMeter	22
2.5.3.2	Kent PSM	25
2.5.3.3	TD 88	27
2.6	Faktor-faktor Utama Yang Menyebabkan Kerosakan Meter	29
2.7	Jenis Paip	29
2.7.1	Paip Besi Tuang	30
2.7.2	Paip Besi	30
2.7.3	Paip Simen Asbestos	30

	2.7.4 Paip Plastik	31
2.8	Kadar Tarif Penggunaan Air	31
2.9	Strategi Pengurusan NRW	32
	2.9.1 Pengurusan Infrastuktur	33
	2.9.2 Kualiti & Tindakbalas Pembaikan	33
	2.9.3 Pengurusan Tekanan Dalam Sistem	34
	2.9.4 Kawalan Kebocoran – Aktif	34
3	METODOLOGI KAJIAN	35
3.1	Pengenalan	35
3.2	‘District Meter Zone’ (DMZ) GP 12	36
	3.2.1 Data Infomasi Kawasan GP 12	37
3.3	Pemasangan	38
3.4	Pengukuran Parameter	39
	3.4.1 Jenis Pengukuran	40
	3.4.2 Permulaan Data Asal (B _i)	40
	3.4.3 Mengenalpasti Sifat DMZ	40
3.5	Kaedah Pengiraan Peratusan NRW	41
4	KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA	43
4.1	Pendahuluan	43
4.2	Statistik Keseluruhan GP 12	43
	4.2.1 Butiran-butiran Penggunaan Air GP 12	45
4.3	Gabungan Ringkasan Keputusan Data Yang Diperolehi	46
4.4	Kerosakan Meter Air Pada GP 12	48
	4.4.1 Kesan Umur Penggunaan Meter Air	49
4.5	Ringkasan GP 12	
4.6	Ringkasan Daripada Data Keseluruhan GP 12	50
4.7	Ringkasan Daripada Data Keseluruhan GP 12	54
4.8	Imbangan Air Mengikut Piawaian IWA	55

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	HALAMAN
1.1	Data maklumat kawasan GP 12	5
2.0	Komponen NRW mengikut piawaian IWA	9
2.1	Kadar NRW mengikut negeri/daerah	10
2.2	Ralat maksimum meter air	14
2.3	Pengkelasan meter air	21
2.4	Data prestasi <i>SmartMeter</i> SM 150E	24
2.5	Data prestasi Kent PSM	26
2.6	Data prestasi TD 88	28
2.7	Tarif penggunaan air bagi seluruh Negeri Johor	32
3.1	Infomasi kawasan GP 12	37
4.1	Taburan kegagalan penggunaan air GP 12	44
4.2	Taburan kegagalan umur meter air	45
4.3	Ringkasan penggunaan air nagi orientasi <i>SmartMeter</i> di belakang	46
4.4	Ringkasan penggunaan air nagi orientasi <i>SmartMeter</i> di belakang	47
4.5	Gabungan ringkasan penggunaan air GP 12	47
4.6	Ringkasan penggunaan air GP 12	47
4.7	Ciri-ciri penggunaan air GP 12	51
4.8	Jadual ringkasan keputusan keseluruhan	53
4.9	Rangkaian taburan pengimbangan air mengikut piawaian IWA	55

SENARAI RAJAH

NO RAJAH	TAJUK	HALAMAN
1.1	Pelan lokasi kawasan kajian di Taman Universiti GP 12	5
2.2	Keratan meter air jenis cakera berpusing	16
2.3	Keratan meter air jenis omboh berputar	17
2.4	Keratan meter air jenis turbin	18
2.5	Keratan meter air jenis orifis	19
2.6	Meter air jenis <i>SmartMeter</i> SM 150E	23
2.7	Meter air jenis Kent PSM	26
2.8	Meter air jenis TD 88	28
2.9	Empat kaedah asas pengurusan kehilangan air	33
3.1	Gambaran susunan khas DMZ	37
3.2	Gambaran susunan bagi orientasi <i>SmartMeter</i> di belakang	39
3.3	‘Versa probe’ untuk pengambilan data <i>SmartMeter</i>	41
4.1	Graf taburan penggunaan air GP 12	44
4.2	Graf kegagalan umur meter air	45
4.3	Graf kegagalan meter yang menyebabkan bacaan di luar pendaftaran	49
4.4	Graf kerosakan meter	50
4.5	Graf ciri-ciri penggunaan air GP 12	52

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	HALAMAN
A	JADUAL-JADUAL DATA ANALISIS YANG DIPEROLEHI	63
B	RAJAH-RAJAH AKTIVITI PENGENDALIAN KAJIAN DAN YANG BERKAITAN	66

JADUAL-JADUAL DATA ANALISIS YANG DIPEROLEHI
RAJAH-RAJAH AKTIVITI PENGENDALIAN KAJIAN DAN YANG
BERKAITAN

SENARAI RINGKASAN

BS	-	British Standard
DMZ	-	District Meter Area
FRP	-	Plastik Fiber Diperkukuhkan
ISO	-	The International Organization for Standardization
IWA	-	International Water Association
LP	-	Luar Pendaftaran
MM	-	Mechanical Meter
SM	-	SmartMeter
NRW	-	Non-Revenue Water
PVC	-	Polivinnyl Chloride
PE	-	Polyethylene
Q_{max}	-	Aliran Maksimum
Q_{min}	-	Aliran Minimum
RM	-	Ringgit Malaysia
SAJH	-	Syarikat Air Johor Holding
UTM	-	Universiti Teknologi Malaysia

BAB I

PENGENALAN

1.0 Pendahuluan

Air merupakan keperluan asas yang amat penting bagi dalam kehidupan seharian manusia. Walaupun 70% daripada permukaan bumi diliputi oleh air, namun hanya sebahagian kecil sahaja dari sumber-sumber tersebut yang dapat dimanfaatkan bagi tujuan rutin manusia (Jamaluddin, K.A. 2008). Antara sumber-sumber yang dimaksudkan adalah sungai, tasik dan air bumi. Oleh itu, air perlulah dirawat terlebih dahulu supaya air yang sampai kepada pengguna bersih dan selamat.

Dalam sistem agihan bekalan air bersih, air yang dirawat dari loji rawatan air akan di agihkan kepada pengguna. Dalam sistem agihan air bersih ini terdiri daripada beberapa komponen utama iaitu tangki takungan, meter, injap-injap kawalan, sistem paip, sistem kawalan kebakaran dan perhubungan awam. Sistem agihan bekalan air yang cekap dapat mengurangkan Air Tak-Terhasil atau dikenali sebagai NRW.

NRW boleh berlaku disebabkan 2 faktor utama iaitu kehilangan komersial dan kehilangan fizikal. Kehilangan komersial adalah disebabkan oleh penggunaan air yang tidak berdaftar atau tidak sah dan kesilapan ketika membaca meter pengguna, manakala kehilangan fizikal disebabkan oleh kebocoran yang berlaku semasa agihan bekalan air. Kadar NRW yang tinggi sejak akhir-akhir ini menyebabkan banyak pihak mengalami kerugian yang besar.

1.1 Kenyataan Masalah

Di seluruh Malaysia kadar NRW amat membimbangkan iaitu antara 17 hingga 55 peratus (New Straits Times, July 16, 2008). Manakala purata NRW di Malaysia ialah sebanyak 38 peratus (New Straits Times, (2008)). Nilai ini amat membimbangkan ramai pihak kerana ia menyebabkan kerugian yang besar. Peningkatan kadar NRW yang tinggi kebelakangan ini menyebabkan kerajaan membuat sesuatu. Sebanyak RM380 juta atau 40 peratus daripada RM946 untuk seluruh kawasan dalam Rancangan Malaysia Ke-9 telah dibelanjakan untuk menukarkan paip lama bagi mengurangkan NRW (New Straits Times, (2008)). Paip yang lama telah ditukar dengan paip yang baru bagi mengelakan kebocoran paip berlaku.

Air bersih yang dibekalkan kepada pengguna, sebanyak 12, 867 juta liter sehari telah mengalami kehilangan iaitu pada kadar 38 peratus NRW telah belaku (New Straits Times, (2008)). Oleh hal demikian, kerajaan mengalami kerugian kira-kira RM1.48 billion setahun jika air yang dibekalkan itu tidak berbayar.

Justeru alternatif baru perlu diambil bagi mengurangkan kadar NRW di seluruh Malaysia. Kerajaan meletakkan sasaran pada tahun 2010 kadar NRW

menurun kepada 30 peratus bagi mengurangkan kerugian yang ditanggung (New Straits Times, (2008)).

1.3 Objektif Kajian

- (i) Mengkaji keberkesanan *SmartMeter* berbanding *Mechanical Meter* dalam mengurangkan NRW.
- (ii) Menentukan kejituan *SmartMeter* berbanding *Mechanical Meter*.
- (iii) Mengetahui serta menganalisis jumlah penggunaan air bagi kawasan Taman Universiti GP 12 melalui data bil air yang diperolehi.
- (iv) Menentukan kadar peratusan NRW yang disebabkan oleh ralat meter air bagi kawasan Taman Universiti GP 12.

1.4 Skop Kajian

Kajian ini tertumpu kepada usaha untuk mengurangkan kadar NRW yang berlaku di negeri Johor. Kadar NRW bagi negeri Johor adalah sebanyak 30 peratus (Ibrahim. M. G. 2009). Nilai ini amat membimbangkan, juteru pihak Syarikat Air Johor Holding (SAJH) telah merangka strategi untuk mengurangkan kadar NRW di Johor.

Kajian ini lebih tertumpu kepada kehilangan komersial sahaja. Kehilangan komersial disebabkan oleh penggunaan air yang tidak berdaftar, berlaku kesilapan ketika bacaan meter dibuat dan meter air mengalami kerosakan. Pihak SAJH telah memperkenalkan meter air yang baru iaitu *SmartMeter*. Meter ini berupaya memberi bacaan yang lebih tepat dan jitu berbanding *Mechanical Meter* yang sekian lama digunakan.

Untuk peringkat awal pihak SAJH telah mencadangkan kawasan di Taman Universiti sebagai kawasan ujikaji untuk pemasangan meter baru iaitu *SmartMeter*. Kawasan Taman Universiti pula terbahagi kepada 2 bahagian iaitu GP 11 dan GP 12. GP 11 mewakili kawasan domestik (kediaman) manakala GP 12 mewakili kawasan komersial (perindustrian).

Untuk kajian ini, kadar NRW pada kawasan GP 12 sahaja dipertimbangkan. Paip air yang membawa air sampai kepada pengguna di GP 12 dipasang *Mechanical Meter* dan *SmartMeter* secara siri. Kedua-dua bacaan dari *Mechanical Meter* dan *SmartMeter* direkodkan pada setiap bulan bagi menentukan kadar NRW di kawasan tersebut. Air yang masuk ke kawasan GP 12 akan direkodkan dan perbezaan air yang masuk dengan air yang sampai ke pengguna akan dikira sebagai NRW bagi kawasan tersebut. Jika mengikut teori *SmartMeter* akan memberi bacaan paling tepat dan dapat mengurangkan kadar NRW di kawasan tersebut berbanding *Mechanical Meter* yang sekian lama digunakan.

1.5 Data Maklumat Kawasan GP 12

Jadual 1.1 : Data maklumat kawasan GP 12

MAKLUMAT KAWASAN GP 12	
Lokasi	Taman Universiti Berhampiran Universiti Teknologi Malaysia
Umur Kawasan	10 Tahun
Jumlah Sambungan	440
Umur Meter Air	3 - 5 Tahun
Saiz Meter Air	¾" – ½"
Tekanan (Maksimum)	30 m (log)
Kadar Alir	1476 m ³ /hari (log)
Aktiviti	Kilang, Restoran, Lot Kedai

1.6 Lokasi Kawasan GP 12



Rajah 1.1: Pelan lokasi kawasan kajian di Taman Universiti

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Di negara Malaysia, menurut satu kajian yang di jalankan oleh Pertubuhan Air Malaysia, senario krisis air dijangka akan berlaku di negara kita menjelang tahun 2020. Keperluan bekalan air pada tahun yang akan datang amat tinggi iaitu lebih kurang 2 kali ganda daripada keperluan sekarang menurut kajian tersebut. Justeru, suatu strategi pengurusan yang terbaik perlu dipertimbangkan agar masalah NRW ini dapat dikurangkan. Oleh hal demikian, punca-punca berlakunya NRW perlu diteliti terlebih dahulu sebelum teknik-teknik atau cara-cara bagi mengatasinya dijalankan. Tindakan yang efisien dan profesional akan memastikan masalah NRW dapat dikurangkan seterusnya dapat membentuk suatu sistem bekalan air yang baik dan menguntungkan. Selain itu, tindakan susulan juga perlu diambil oleh pihak-pihak yang terlibat. Ia bagi mengelakkan agar masalah NRW ini tidak berulang semula. Tindakan susulan ini secara umumnya adalah diklasifikasikan sebagai pemantauan dan juga pemulian yang berterusan.

2.2 Air Tak-Terhasil (NRW)

Air Tak-Terhasil merupakan air yang tidak termasuk di dalam bil dan tiada bayaran akan dibuat walaupun air itu digunakan (Roslan, M.I. 2007). Air yang dirawat di loji rawatan air akan diagihkan kepada pengguna. Isipadu air yang keluar akan melalui meter yang dipasang bagi tujuan merekodkan. Manakala air yang sampai kepada pengguna juga akan direkod bagi tujuan pembayaran. Perbezaan isipadu air keluar dari loji rawatan dengan air yang sampai kepada pengguna dipanggil NRW. Perbezaan ini boleh berlaku disebabkan oleh beberapa faktor seperti Jadual 1. Walaupun terdapat pelbagai langkah yang telah dijalankan bagi mengurangkan berlakunya masalah NRW ini, tetapi mengikut Malaysia Water Industry 2001 kadar NRW semakin meningkat. Jadual 2 menunjukkan kadar NRW mengikut negeri/daerah bagi tahun 2001 hingga 2004. Justeru, kerjasama dari semua pihak perlu bagi memastikan masalah ini dapat dikurangkan seterusnya dapat diatasi dengan segera.

2.2.1 Definisi Air Tak-Terhasil

Air Tak-Terhasil (NRW) boleh didefinisikan sebagai perbezaan di antara “ pengeluaran air bersih” (isipadu air yang dibekalan ke dalam rangkaian agihan air) dan “penggunaan” (isipadu air yang digunakan dengan sah dan terakaun, samada dimeter atau tidak) (Mohammad, A. 2006). Ini boleh diwakili dengan persamaan berikut:-

$$\text{AIR TAK –TERHASIL (NRW) = PENGELUARAN – PENGGUNAAN}$$

Untuk mendapatkan peratusan kadar NRW yang berlaku, persamaan berikut digunakan:-

$$\text{NRW (\%)} = \frac{V_{\text{pengeluaran}} - V_{\text{penggunaan}}}{V_{\text{pengeluaran}}} \times 100\%$$

Dimana : $V_{\text{pengeluaran}}$ = Jumlah isipadu air yang keluar dari loji rawatan
 $V_{\text{penggunaan}}$ = Jumlah isipadu air yang diguna oleh pengguna

Jadual 2.0 : Komponen NRW mengikut piawaian IWA

Sistem Kemasukan Isipadu	Penggunaan Dengan Izin	Penggunaan Dengan Izin	Penggunaan Dengan Meter Dan Dibilkan	Air Berhasil
			Penggunaan Yang Tidak Dibilkan	
		Penggunaan Dengan Izin Yang Tidak Dibilkan		
			Penggunaan Tanpa Meter Dan Tidak Dibilkan	
	Kehilangan Air	Kehilangan Nyata	Penggunaan Tanpa Izin	Air Tidak Terhasil
			Ketidajituan Meter	
			Ralat Mengendali Data	
		Kehilangan Sebenar	Kebocoran Paip Utama	
Kebocoran Tangki				
Kebocoran Sambungan Paip Servis				

2.2.2 Statistik Kadar NRW Di Seluruh Malaysia

Jadual 2.1 : Kadar NRW mengikut negeri/daerah

Negeri/Daerah	%NRW			
	2001	2002	2003	2004
Kedah	43.13	41.9	43.6	42.8
Sarawak	27.63	21.18	24.7	27.2
Labuan	31.56	19.65	23.8	28.7
Perlis	39.16	40.06	41.6	36.7
Pahang	43	48.3	48.2	48.2
Negeri Sembilan	45.11	53.78	54.2	54.7
Sabah	61.69	73.86	65.4	58
Perak	37.24	30.17	33.2	31.7
Melaka	34.36	30.44	20.9	33.3
Pulau Pinang	22.28	19.82	19.4	21.4
Terengganu	32.2	32.6	29.2	29.3
Selangor	41	44.72	43.9	42.7
Johor	32.03	32.66	35.8	36.3
Kelantan	45.75	44.93	43.4	40.8

Sumber : Malaysian Water Industry Guide(2001-2004)

2.3 Kehilangan Fizikal

Kehilangan fizikal boleh berlaku disebabkan oleh kebocoran. Kebocoran boleh berlaku ketika sistem agihan air kepada pengguna dijalankan. Kebocoran paip boleh berlaku jika berlaku letupan paip, kebocoran simpai, paip komunikasi, injap cucian, kok penahan, gandingan air dan pili bomba. Faktor-faktor tersebut merupakan sebab utama mengapa kebocoran air boleh berlaku (Ibrahim, M. G. 2009).

Selain itu, kebocoran pada sesalur penghantaran menyebabkan kehilangan fizikal boleh berlaku. Sesalur yang bocor menyebabkan air akan hilang ketika letupan paip, pili bomba dan paip sambungan. Pada amnya kebocoran jenis ini adalah kecil dan ianya tidak bergantung kepada garis pusat paip. Paip yang agak lama akan mengalami kebocoran yang lebih daripada paip yang baru.

Di samping itu, kebocoran pada takungan air juga menyebabkan kehilangan fizikal berlaku. Ia boleh berlaku jika alat kawalan paras air pada tangki takungan mengalami kerosakan. Selain itu, kesan penuaan struktur takungan akan menyebabkan kadar kebocoran tangki takungan yang lama agak tinggi berbanding tangki takungan baru. Justeru, kebocoran ini sebenarnya boleh dikawal dengan baik jika pengawasan yang kerap dilakukan.

2.4 Kehilangan Komersial

Kadar NRW yang berlaku ketika sistem agihan air kepada pengguna juga disebabkan oleh kehilangan komersial. Kehilangan komersial boleh berlaku pada sistem agihan jika berlaku sambungan haram atau tidak sah, air dari pili pemadam

api untuk memadam kebakaran, air untuk tujuan penggunaan operasi dan ralat yang berlaku akibat kerosakan pada meter dan kecuaiian ketika bacaan meter dibuat (Ibrahim, M. G. 2009).

2.4.1 Penyambungan Haram

Kadar NRW yang meningkat juga disebabkan oleh berlakunya penyambung haram. Penyambungan haram ditakrifkan sebagai penggunaan air yang tidak melalui meter bagi tujuan pembayaran (Roslan, M. I. 2007). Merujuk akbar Kosmo bertarikh 4 Oktober 2006, penyambungan haram adalah salah dan boleh didakwa di bawah Enakmen Pembekalan Air 1997. Sabit kesalahan boleh didenda tidak melebihi RM50 000 dan penjara tidakmelebihi 2 tahun atau kedua-duanya sekali. Kebanyakan penyambungan haram berlaku pada kawasan pembinaan kerana mereka yang tidak bertanggungjawab ingin menerima untung yang lumayan tanpa menghiraukan undang-undang. Selain itu, sikap pengguna yang tidak bertimbang rasa menyebabkan perkara ini terjadi. Mereka menggunakan pili bomba atau membuat sambungan haram di bawah tanah untuk mendapatkan air sebagai keperluan asas hidup mereka.

2.4.2 Memadam Kebakaran

Ketika berlaku kebakaran, pihak bomba akan menggunakan air dari pili bomba sebagai alat untuk memadam api. Isipadu air yang banyak digunakan antara sebab peningkatan kadar NRW berlaku. Air yang keluar dari pili bomba adalah tidak dimeter. Justeru, penggunaan pili bomba yang kerap akan menyebabkan kesan kepada peninkatan kadar NRW.

2.4.3 Penggunaan Operasi

Untuk memastikan tangki takungan perkhidmatan dalam keadaan baik, kerja-kerja pembersihan perlu dilakukan. Air akan digunakan untuk tujuan pancuran lazim, hakis sesalur dan pembersihan takungan perkhidmatan. Walaupun air yang digunakan tidak terlalu tinggi dan sering diabaikan, ia juga sedikit memberi kesan kepada NRW (Marob, N. 2004).

2.4.4 Ralat Meter Dan Kecuaian

Perhatian yang khusus seharusnya diberi kepada masalah ralat pada meter untuk tujuan mengkaji NRW ini. Ralat ataupun kesilapan bacaan meter yang mungkin berlaku dalam kes ini akan menyebabkan data yang diperolehi tidak tepat dan sempurna. Kesilapan akibat dari kerosakan meter ketika ukuran dibuat menyebabkan berlakunya ralat. Keadaan ini berpunca daripada meter air yang digunakan gagal berfungsi dengan baik. Ia juga bergantung kepada kualiti jangka hayat meter dan jenis meter yang digunakan. Keadaan meter yang agak lama akan memberi kesan kecekapan merekod bacaan. Selain itu, kecuaiian dan kesilapan ketika merekod dan mengambil data pada meter akan memberi kesan ketidaktepatan kadar NRW yang diperolehi.

2.4.5 Ralat Bacaan Meter

Terdapat ralat ketika bacaan meter diambil. Merujuk kepada ISO 4064 Part 1 (1993) terdapat dua jenis ralat maksimum yang dibenarkan. Jadual di bawah menunjukkan kaitan antara kadar alir dan ralat maksimum (Mohammad, M. I. 2006).

Jadual 2.2 : Ralat maksimum meter air

Kadar Alir (Q)	Ralat Maksimum Yang dibenarkan
$Q_{\min} < Q < Q_t$	$\pm 5\%$
$Q_t < Q < Q_{\max}$	$\pm 2\%$

Q_{\max} ialah kadar aliran maksimum, iaitu kadar aliran tertinggi yang diperlukan oleh meter untuk beroperasi dengan baik bagi tempoh masa yang singkat tanpa kerosakan (Roslan, M. I. 2007).

Pengiraan bagi ralat

$$\text{Ralat \%} = \frac{V_i - V_c}{V_c} \times 100$$

Dengan V_i = isipadu bacaan

V_c = isipadu sebenar

2.5 Meter Air

Dalam sistem agihan air, air bersih yang keluar dari loji rawatan air dan air yang sampai kepada pengguna akan direkodkan jumlah isipadunya. Setiap masa air yang keluar dari loji tersebut akan melalui meter air yang telah dipasang pada paip utama. Meter air ini berfungsi untuk merekodkan jumlah air yang dibekalkan kepada pengguna. Pengguna pula akan membuat bayaran setelah bil dikeluarkan oleh pihak bekalan air mengikut rekod isipadu penggunaan air pada meter.

2.5.1 Jenis Dan Kelas Meter Air

Terpadat pelbagai jenis meter air di pasaran sekarang. Meter air boleh diketogorikan dalam 2 jenis iaitu:

- Mekanikal meter
- Smart meter

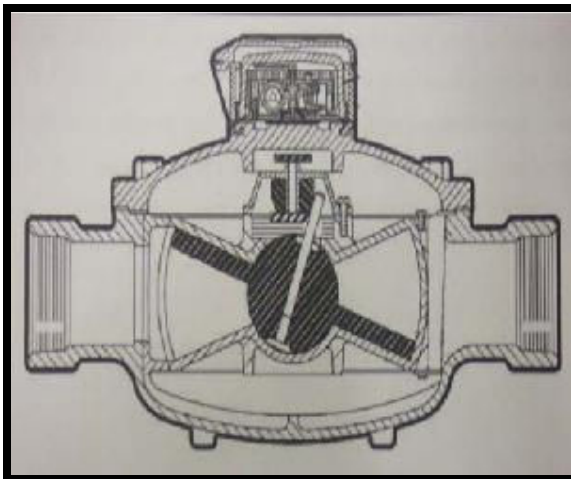
2.5.1.1 Meter Air Anjakan Positif

Meter air anjakan positif ini amat sesuai digunakan dalam kegunaan domestik dan industri kecil atau ringan. Meter ini menunjukkan kejituan yang tinggi justeru memberi bacaan yang persis. Meter jenis ini mempunyai kelebihan iaitu dapat memberi bacaan dan mudah dibaca tanpa memerlukan kepakaran yang khusus. Selain itu, ia mempunyai kualiti yang sangat baik dari segi ketepatan bacaan dan

pembuatan. Meter jenis ini juga boleh dibahagikan kepada 2 jenis iaitu meter air cakera berpusing dan meter air omboh.

2.5.1.2 Meter Air Cakera Berpusing

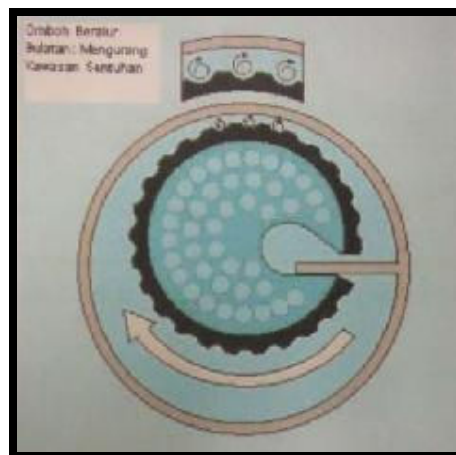
Meter air jenis ini merupakan meter jenis anjakan positif yang biasa digunakan dan mudah dijumpai. Kebanyakan meter jenis ini digunakan pada kawasan domestik atau perumahan. Ia mempunyai satu cakera yang berpusing. Cara meter ini bekerja ialah apabila aliran air memasuki ruang dalam meter, ia akan menyebabkan cakera bergoyang dan berputar. Semakin laju cakera tersebut bergoyang ia akan menunjukkan kadar aliran ke dalam meter tersebut adalah tinggi. Justeru, lebih mudah difahami dapat dirumuskan kadar aliran air adalah berkadar terus dengan halaju cakera berpusing. Perakam akan merekodkan bacaan isipadu air yang melalui meter air ini.



Rajah 2.2: Keratan meter air jenis cakera berpusing

2.5.1.3 Meter Air Omboh Berputar

Meter air omboh berputar bekerja apabila tekanan air yang ada apabila aliran air memasuki meter akan menyebabkan meter omboh berputar. Putaran omboh yang bersamaan dengan isipadu tertentu akan ditunjukkan di bahagian barisan angka. Barisan angka ini menunjukkan isipadu air meter tersebut. Cara meter ini bekerja adalah sama dengan meter air cakera berpusing. Perbezaannya ialah cakera bagi meter air berpusing digantikan dengan omboh bagi meter air omboh berputar. Meter air omboh berputar ini mempunyai saiz diameter yang kecil sehingga 1/10 inci.



Rajah 2.3: Keratan meter air jenis omboh berputar

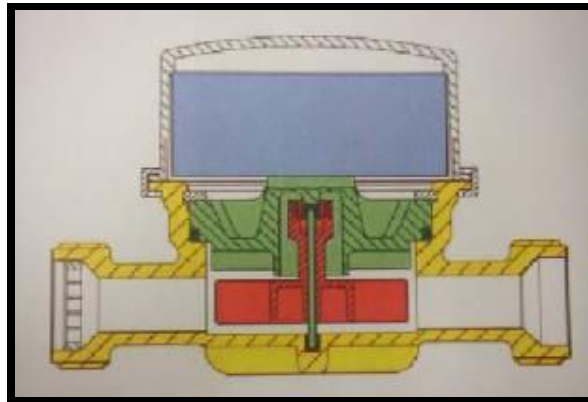
2.5.1.4 Meter Halaju

Meter halaju kebanyakan menggunakan prinsip kerja halaju air. Aliran air yang mengalir pada suatu keratan yang luasnya telah diketahui dan halajunya dapat diukur, maka kadar aliran bagi air tersebut boleh ditentukan. Justeru meter halaju ini sesuai untuk mengukur aliran air yang mempunyai halaju yang agak tinggi. Meter

halaju ini dapat ditemui dalam pelbagai jenis. Contohnya meter air jenis turbin, meter air kompaun, meter air jenis ultrasonik, meter air jenis elektromagnet dan meter air jenis orifis.

2.5.1.5 Meter Air Turbin

Reinhard Woltman adalah pencipta meter air turbin ini. Ia mempunyai beberapa bilah kipas atau rotor yang dipasang pada gandar. Cara meter ini bekerja adalah apabila air melalui meter, air akan memutarakan bilah kipas. Halaju air akan mempengaruhi putaran bilah kipas ini. Putaran ini juga dapat dikesan oleh magnet atau gear. Isipadu air yang melalui meter ini dapat diketahui dengan bilangan putaran bilah kipas ditukar kepada isipadu air. Contoh meter air jenis turbin ialah meter air Woltman.



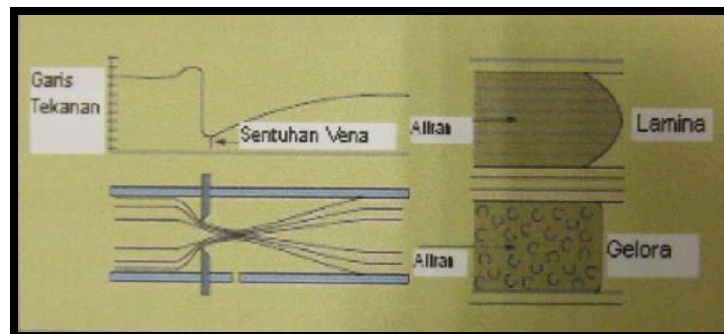
Rajah 2.4: Keratan meter air turbin

2.5.1.6 Meter Air Venturi

Meter air Venturi ini direka dengan menggunakan prinsip Bernoulli untuk mengukur kadar aliran air yang melaluinya. Ia mempunyai satu bahagian yang mempunyai diameter yang lebih kecil daripada paip di bahagian hulu. Cara meter ini bekerja ialah apabila aliran air melalui suatu luas keratan yang lebih kecil, maka perubahan halaju akan berlaku dan menyebabkan halaju air akan bertambah. Perbezaan tekanan juga akan berlaku apabila melibatkan luas keratan yang berbeza. Perbezaan tekanan ini adalah berkadar dengan punca kuasa dua halaju. Meter venturi amat sesuai untuk talian paip yang bersaiz besar dan tidak memerlukan penyelenggaraan yang kerap.

2.5.1.7 Meter Air Orifis

Meter air orifis dapat beroperasi dengan menggunakan prinsip yang sama dengan metr Venturi. Perbezaan antara meter air orifis dengan meter air venturi ialah meter air orifis mempunyai cakera bulatan yang mempunyai suatu lubang di tengahnya. Namun begitu, kadar aliran air bagi meter air orifis dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip yang sama dengan meter air venturi.



Rajah 2.5: Keratan meter air jenis orifis

2.5.2 Kelas Meter

Meter air yang ada di pasaran boleh dikelaskan kepada empat kelas iaitu kelas A, kelas B, kelas C dan kelas D. Meter air ini boleh dikelaskan berdasarkan nilai q_{\min} dan q_t . Jadual 2.3 menunjukkan pengkelasan meter. Di dalam ISO 4064: Part 1: Specification pengistilahan digunakan seperti berikut:

N ialah meter designation iaitu kod serta nombor bagi pebngkelasan meter air.

Q_{\min} ialah ketika kadar alir minima, iaitu kadar aliran terendah dimana meter perlu memberi implikasi tanpa ralat had terima yang maksimum. Nilainya ditentukan semasa meter direkabentuk.

Q_t ialah kadar aliran peralihan, iaitu kadar alir yang wujud di antara kadar aliran maksimum dan kadar aliran minimum di mana hadnya dibahagikan kepada dua zon.

Jadual 2.3 : Pengkelasan meter air

Kelas	Kod serta nombor bagi pengkelasan meter air. N	
	N < 15	N ≥ 15
Kelas A		
Q_{\min}	0.04 N	0.08 N
Q_t	0.10 N	0.30 N
Kelas B		
Q_{\min}	0.02 N	0.03 N
Q_t	0.08 N	0.20 N
Kelas C		
Q_{\min}	0.01 N	0.006 N
Q_t	0.015 N	0.015 N
Kelas D		
Q_{\min}	0.0075 N	-
Q_t	0.0115 N	-

Sumber : ISO 4064: Part 1: Spesifikasi

2.5.3 Jenis Dan Maklumat Meter Air Yang Diguna Pada Kawasan Kajian

Terdapat dua jenis meter air dipasang pada kawasan kajian. Meter air ini dipasang dalam keadaan siri untuk tujuan kajian bagi menentukan keberkesanan antara dua meter ini. Meter yang dimaksudkan ialah *SmartMeter* dan *Mechanical meter*. Terdapat dua jenis *Mechanical Meter* yang berbeza digunakan pada kawasan ini iaitu jenis Kent PSM dan TD88. Terdapat 531 penyambung secara sah dikawasan kajian. Oleh kerana kawasan kajian merupakan kawasan komersial dan terdapat pelbagai kilang, rumah kedai, restoran dan sebagai saiz meter air yang digunakan ialah antara $\frac{3}{4}$ " – $\frac{1}{2}$ ".

2.5.3.1 SmartMeter

SmartMeter merupakan meter baru yang dipasang pada kawasan kajian. Syarikat EP Manufacturing Berhad merupakan syarikat yang bertanggungjawab bagi memastikan meter ini berkeadaan baik serta dapat memberi bacaan yang tepat dan jitu. Syarikat EP Manufacturing Berhad merupakan pembekal kepada *SmartMeter* ini. Jenis *SmartMeter* yang dibekalkan dan digunakan pada kawasan kajian ialah *SmartMeter* SM150.

SmartMeter dicipta untuk memenuhi permintaan global dalam memberi bacaan yang tepat dan jitu disamping menggunakan teknologi yang ekonomi. Terdapat dua magnet yang berasingan di dalam *SmartMeter* ini yang akan mengesan aliran air dan akan dipaparkan dalam visual dalam unit isipadu m³. Bateri dipasang pada *SmartMeter* yang mempunyai jangka hayat yang lama.

Keistimewaan *SmartMeter* ini selain daripada memberi bacaan yang tepat ia juga dapat mengelakkan daripada berlaku ralat ketika bacaan diambil. Pengambil data tidak perlu membaca data pada *SmartMeter* sebaliknya menggunakan alat iaitu *versa probe*. Alat ini menggunakan teknologi Automatic Meter Reading (AMR) yang akan merekod data dari *SmartMeter* apabila disentuh pada bahagian yang disertakan pada *SmartMeter* ini. Penggunaan *SmartMeter* memberikan kesan yang positif dari segi pengambilan data. Data yang diperolehi adalah lebih tepat tanpa berlaku ralat. Disamping itu, masa yang diperlukan untuk mengambil data juga dapat dikurangkan. Ini kerana ketika bacaan diambil ia hanya perlu meletakkan *versa probe* pada bahagian yang disertakan pada *SmartMeter*. Selain itu, *SmartMeter* ini tahan dari bendasing seperti pasir, kelikir dan dahan-bahan halus yang lain.

Ia juga tidak mengambil atau merekod udara yang ada ketika aliran air masuk. *SmartMeter* yang digunakan ini dikatakan tahan lebih lama daripada meter

air yang ada dipasaran sekarang. Justeru, maklumat lain berkenaan *SmartMeter* SM150 seperti dalam jadual 31 dibawah



Rajah 2.6 : Meter air jenis *SmartMeter* SM150E

Jadual 2.4 : Data prestasi *SmartMeter* SM150

Data Prestasi <i>SmartMeter</i> SM150	Kelas C	Kelas D
Aliran Minimum q_{\min} (l/h) $\pm 5\%$	15	11.25
Aliran Peralihan q_t (l/h) $\pm 2\%$	22.5	17.25
Aliran Maksimum q_{\max} (m^3/h) $\pm 2\%$	3.0	3.0
Aliran Tetap q_p (m^3/h) $\pm 2\%$	1.5	1.5
Kehilangan Tekanan pada q_{\max}	<1 Bar	<1 Bar
Kadar Tekanan (maksimum)	20 Bar	20 Bar
Diluluskan Oleh	<ul style="list-style-type: none"> ✓ UK Pattern approval Certificate no. 2713 ✓ Australian Pattern approval Certificate no. NM1 14/3/7 ✓ OIML approval pending ✓ Potable water material WRAS listed ✓ ISO:9001 manufacturing certification ✓ ISO:14001 environmental compliance certification 	

Sumber: Specification Sheet *SmartMeter*

2.5.3.2 Kent PSM

Meter air Kent PSM ini telah lama digunakan oleh pihak SAJH dalam merekod data penggunaan harian isipadu air. Meter air ini merupakan meter jenis mekanikal yang biasa digunakan sekarang. Meter air Kent PSM telah diperkenalkan oleh syarikat Kent Meter Limited yang berpusat di Luton Bedfordshire, England.

Meter air Kent PSM ini direka untuk mengukur penggunaan air bersih harian di samping mempunyai ketepatan yang baik. Meter jenis ini juga mempunyai jangka hayat dan yang lama. Selain itu, meter air Kent PSM juga sangat tahan kepada bahan yang keras. Oleh itu, masa untuk membuat penyelenggaraan meter ini juga tidak begitu kerap.

Kent PSM merupakan meter yang tahan lasak kerana ia diperbuat daripada bahan berkualiti tinggi bagi memastikan meter ini dapat berfungsi dengan baik. Serangan pengaratan dan akan haus apabila dipakai dapat dikawal dengan baik daripada berlaku pada meter.

Meter air ini amat sesuai digunakan ketika aliran antara 3.0m³/h hingga 20.0m³/h. Meter air Kent PSM juga sesuai untuk suhu air mencecah 50°C dan tekanan kerja maksimum 10 bar seperti piawai yang ditetapkan 16 bar. Alat penghitung piawai untuk merekod isipadu air dalam unit m³ dan liter.

Setiap meter air Kent PSM telah diuji bagi menjamin kualiti setiap meter air yang dipasarkan. Prestasi setiap meter air Kent PSM telah mengikut kehendak dan piawaian yang ditetapkan daripada:

- ISO 4064/1
- EEC Directive 75/33/EEC

➤ BS5728/1 Class C



Rajah 2.7: Meter air jenis Kent PSM

Jadual 2.5 : Data prestasi Kent PSM

Data Prestasi Kent PSM	PC15	PC20	PC25	PC30	PC40
Aliran Normal q_n (m^3/h) $\pm 2\%$	1.5	2.5	3.5	6.0	10.0
Aliran Minimum q_{min} (l/h) $\pm 5\%$	15.0	25.0	35.0	60.0	100.0
Aliran Peralihan q_t (l/h) $\pm 2\%$	22.5	37.5	52.5	90.0	150.0
Aliran Maksimum q_{mak} (m^3/h) $\pm 2\%$	3.0	5.0	7.0	12.0	20.0
Kehilangan Tenaga pada q_{mak} (Bar)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Kehilangan Tenaga pada q_n (Bar)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Sumber: Specification Sheet Kent PSM

2.5.3.3 TD 88

Meter air TD 88 merupakan meter air yang direka dan dipasarkan oleh syarikat Schlumberger dalam memenuhi permintaan pengguna di Asia. TD 88 merupakan meter air yang mengukur dan merekod isipadu air hasil daripada penggunaan air yang sah dengan ketepatan kelas C.

Kelas C melibatkan kadar alir ketika sangat perlahan iaitu 15 liter per jam dan meter air ini boleh mengukur dengan ketepatan antara $\pm 5\%$. TD 88 merupakan meter air diinginkan dalam memajukan produk bagi memenuhi keperluan air pelanggan di Asia. Meter air ini dapat mengawal dan dapat berfungsi dengan baik dalam mengatasi masalah suhu yang tinggi, kelembapan yang tinggi dan rintangan terhadap guncangan dan pukulan yang keras.

TD 88 diperbuat daripada bahan yang berkualiti tinggi bagi mengelakkan kerosakan. Tembaga digunakan untuk membuat meter air ini. TD 88 juga tahan lasak dan mempunyai rintangan dalam penggunaan yang kasar. Kelebihan lain dalam pembuatan meter air ini adalah perlindungan penunggangan merekodkan isipadu air terhadap penipuan dan *vandalisme* merosakan meter.

Meter air TD 88 ini akan memberikan bacaan yang mudah dilihat. TD 88 akan merekod apabila air memasuki meter dan meter ini tahan daripada kelembapan yang tinggi dan mengelakkan berlaku kondensasi dalam meter bagi memastikan kejituan bacaan dan mengurangkan berlaku ralat. Ia juga mudah untuk dipasang dalam penyambungan dari paip utama ke rumah pengguna. Ia juga tidak akan memberi masalah jika dipasang pada sebarang posisi dan dijamin ketepatan dalam merekod isipadu air.



Rajah 2.8: Meter Air Jenis TD 88

Jadual 2.6 : Data prestasi TD 88

Saiz normal (mm)	15.0
Aliran Normal q_n (m^3/h)	1.5
Aliran Maksimum q_{mak} (m^3/h)	3.0
Ketepatan $\pm 2\%$ (l/h)	22.5
$\pm 5\%$ (l/h)	15.0
Kehilangan Tenaga Pada q_n (Bar)	0.2
q_{mak} (Bar)	0.8
Aliran Mula (l/h)	2.5
Tekanan Kerja Maksimum (Bar)	16.0
Suhu Kerja Maksimum ($^{\circ}C$)	50.0

Sumber: Specification Sheet TD 88

2.6 Faktor-faktor Utama Yang Menyebabkan Kerosakan Meter

- i. Rekod aliran berkurang kerana meter aliran beroperasi di bawah ambang kejituan rekod
- ii. Kerosotan kejituan akibat penuaan; gear dan bahagian-bahagian bergerak menjadi haus, melambatkan meter dan menyebabkan rekod berkurang.
- iii. Kesan zarah atau jisim dalam air yang menyumbat penapis atau jet dalam meter, atau melalui bahagian-bahagian bergerak dalam meter besar.

2.7 Jenis Paip

Di dalam sesebuah sistem retikulasi air, bagi menyalurkan air dari suatu tempat ke tempat yang lain paip merupakan elemen yang penting. Dalam sistem agihan air, paip juga digunakan. Air dari tangki rawatan air akan diagihkan ke kawasan kediaman, industri dan pertanian. Paip akan direkabentuk dalam pelbagai saiz, sambungan dan cabang mengikut kesesuaian sesuatu kawasan. Bagi menjamin keberkesanan paip yang direkabentuk paip yang direkabentuk mestilah baik, mudah ketika pemasangan dan penggunaan, tahan lasak dan kos yang berpatutan.

Di Malaysia, jenis yang paling banyak digunakan ialah paip dari jenis besi tuang, besi ducktail, simen asbestos, paip jenis polyvinil klorida tak berplastik dan polietilina berketumpatan tinggi.

2.7.1 Paip Besi Tuang

Paip jenis ini terdiri daripada bahan bukan aloi iaitu sebatian besi, 3.5% magnesium dan karbon. Ia merupakan paip yang mempunyai struktur yang kukuh, senang dimesin, tahan karat dan tahan hentaman. Jangka hayat bagi paip ini sekitar 100 tahun. Kekukuhan rasuk yang tinggi menyebabkan paip jenis ini sesuai digunakan dalam rangkaian utama.

2.7.2 Paip Besi

Paip jenis ini sangat sesuai bagi kawasan yang hendak dipasang paip dan mempunyai tekanan dan saiz yang besar. Ia sebenarnya jarang digunakan dalam paip agihan kerana kesukaran membuat penyambungan. Disamping itu, paip ini tidak membunyai ketahanan hentaman daya luar yang baik. Selain itu, kos penyelenggaraan bagi paip jenis ini juga agak tinggi kerana tebal lapisan dindingnya nipis dan mudah berkarat.

2.7.3 Paip Simen Asbestos

Paip jenis ini mempunyai jangka hayat melebihi 50 tahun. Ia diperbuat daripada campuran simen portland dan fiber asbestos dan diputarkan dalam acuan besi mengikut ketebalan yang bersesuaian dan dimampat mendadi struktur yang homogen. Ia juga bersifat bukan pengalir elektrik. Mudah lentur dan mudah dibengkok ketika penyambungan di buat. Ia juga lebih ekonomi kerana kos memasang dan mengepam air yang murah.

2.7.4 Paip Plastik

Paip plastik diperbuat daripada bahan fiber diperkukuhkan dan campuran resin polivinnyl chloride, polyethylene. Ia digunakan secara meluas untuk sistem bekalan paip domestik, paip kumbahan dan sistem agihan air. Mudah dipasang, ringan dan mudah dikendalikan menyebabkan paip jenis ini menjadi pilihan utama. Selain itu, ia agak murah berbanding paip jenis lain. Jangka hayat bagi paip jenis ini adalah antara 25 hingga 30 tahun. Terdapat tiga jenis paip plastik di pasaran iaitu Paip Polivinnyl Chloride (PVC), Paip Polyethylene (PE) dan Plastik Fiber Diperkukuhkan (FRP)

2.8 Kadar Tarif Penggunaan Air

Syarikat Air Johor Holding (SAJH) merupakan syarikat yang bertanggungjawab bagi memastikan bekalan air bersih sampai kepada pengguna. Pengguna di seluruh negeri Johor telah ditetapkan untuk membayar setiap isipadu air yang digunakan. Tarif yang telah dikeluarkan oleh SAJH terbahagi kepada tujuh kategori penggunaan air yang berbeza. Justeru, sebagai pengguna kesedaran terhadap pembaziran air perlu ada bagi memastikan pembaziran dapat dielakkan.

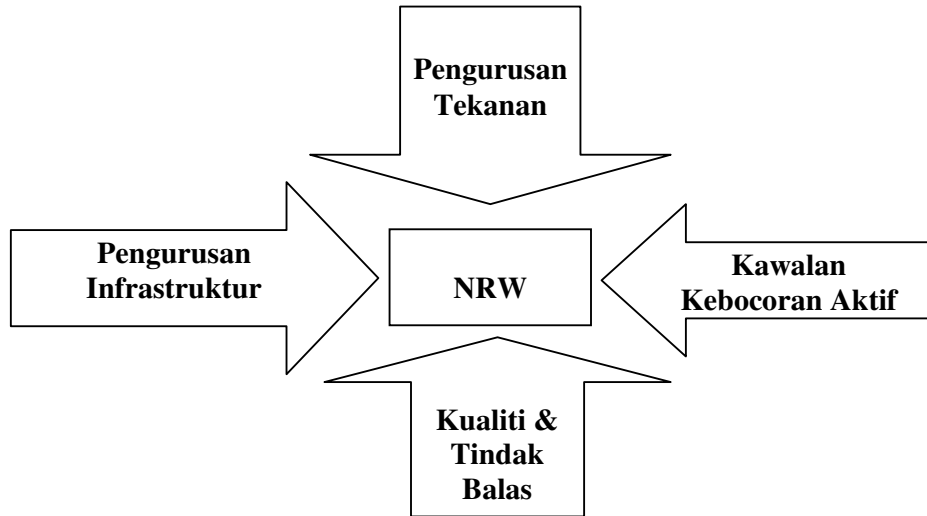
]

Jadual 2.7: Tarif penggunaan air bagi seluruh Negeri Johor

Tarif	Kategori Penggunaan	Kadar (m ³)	Harga Per m ³ (RM)	Bayaran Minimum (RM)
1	Domestik	0 - 15	0.38	4.00
		16-30	1.31	
		31-45	1.82	
		46-100	2.20	
		>100	2.23	
2	Industri	0-20	2.22	18.48
		21-40	2.96	
		>40	2.96	
3	Kerajaan dan Hospital	Kadar purata	2.13	9.24
4	Perkapalan	Kadar purata	5.20	-
6	Ladang	Kadar purata	1.14	-
7	Rumah Pangsa	Kadar purata	1.18	4.00

2.9 Strategi Pengurusan NRW

Bagi mengurangkan kadar NRW, beberapa strategi telah dibentuk. Mengetahui daripada asas berlaku NRW amat penting dalam pembentukkan strategi ini. Justeru, kerjasama dari semua pihak penting dalam membentuk satu sistem bekalan air bersih yang sempurna.



Rajah 2.9 : Empat kaedah asas pengurusan kehilangan air

2.9.1 Pengurusan Infrastruktur

- i. Penukaran meter berjadual dalam masa 7 atau 8 tahun
- ii. Penukaran paip kepada paip asbestos simen atau sebagainya
- iii. Spesifikasi bahan yang tepat
- iv. Kawalan kualiti mutu kerja yang tinggi

2.9.2 Kualiti & Tindakbalas Pembaikan

- i. Kesedaran dan tanggungjawab untuk bertindak
- ii. Kepantasan bertindak untuk membaiki kebocoran
- iii. Spesifikasi dan kualiti bahan
- iv. Spesifikasi dan kualiti pembaikan

2.9.3 Pengurusan Tekanan Dalam Sistem

- i. Mengawal tahap kebocoran
- ii. Mengawal tahap kegagalan sistem
- iii. Mengawal tahap permintaan pengguna
- iv. Menepati tahap perkhidmatan optimum

2.9.4 Kawalan Kebocoran – Aktif

- i. Kebocoran dikesan lebih awal-pro-aktif
- ii. Mengurangkan kuantiti kehilangan air
- iii. Menggunakan konsep '*continuity & sustainability*'
- iv. Perbelanjaan berhemat

BAB III

METODOLOGI KAJIAN

3.1 Pengenalan

Kajian ini dijalankan bagi mengkaji dan menganalisis tahap Air Tak-Terhasil (NRW) bagi kawasan Taman Universiti GP12 iaitu kawasan komersial. Taman Universiti ini mempunyai keluasan lebih kurang 1080 ekar dan terletak kira-kira 20km dari Bandar Johor Bahru. Bagi kawasan ini, bekalan air yang diperolehi daripada Loji Air Sungai Johor (Mohammad, A. 2006).

Pembangunan yang pesat bagi kawasan ini disebabkan kedudukannya yang strategik berdekatan dengan Universiti Teknologi Malaysia. Pihak SAJH yang menjadi pembekal air bersih ke kawasan ini telah menjadikan Taman Universiti sebagai kawasan kajian bagi mengkaji keberkesanan meter baru iaitu *Smart Meter* bagi mengurangkan berlakunya NRW di negeri Johor. *Smart Meter* merupakan meter yang baru dibeli oleh pihak SAJH bagi mendapatkan data yang tepat dan jitu. Justeru dengan pemasangan *Smart Meter* di kawasan ini, diharap dapat memberi kesan yang positif bagi mengurangkan masalah NRW yang berlaku.

3.2 ‘District Meter Zone’ (DMZ) GP12

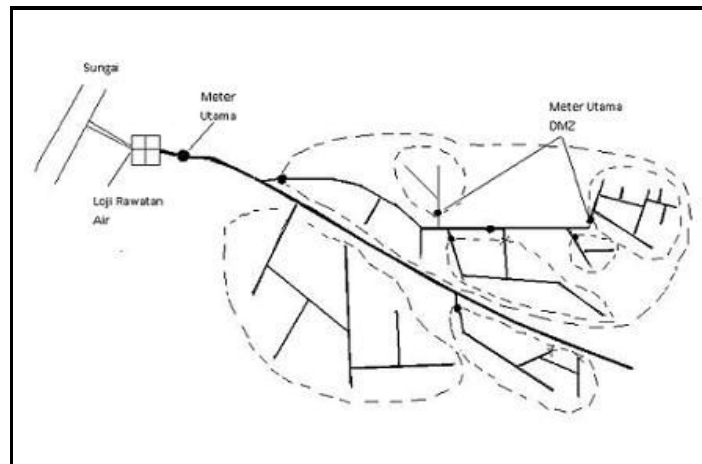
Kebocoran pada sistem bekalan air dan ralat meter yang berlaku pada meter merupakan komponen yang utama dalam masalah NRW ini. Langkah-langkah mengatasinya perlu diambil segera dan ditangani sebaiknya bagi mengurangkan masalah ini berlaku. Dengan mengurangkan masalah kebocoran dalam sistem agihan air dan meminimalkan ralat yang berlaku pada meter diharap dapat memberi suatu gambaran positif dalam mengurangkan tahap NRW yang berlaku.

Untuk melihat kadar NRW dalam skop yang lebih kecil kawasan kajian di Taman Universiti dibahagikan kepada 2 bahagian yg dipanggil ‘District Meter Zone’ (DMZ). Pelaksanaan DMZ ini bertujuan memudahkan pelaksanaan program pengurusan seterusnya memantau kuantiti air yang dibekalkan dalam DMZ tersebut. Pelaksanaan program pengurusan kehilangan air ini menggunakan penyeragaman alat untuk mengurangkan kejadian kebocoran ada mengawal tekanan dalam DMZ tersebut. Selain itu, kegiatan kecurian air dapat dikenal pasti dengan lebih cepat jika ia berlaku (Farley. M. et. al. 2008).

Taman Universiti yang mempunyai keluasan lebih kurang 1080 ekar telah dibahagikan kepada 2 bahagian iaitu kawasan GP11 dan GP12. Kawasan GP11 merupakan kawasan domestik atau kawasan kediaman. Manakala GP12 pula merupakan kawasan komersial atau kawasan perindustrian. Kedua-dua kawasan ini merupakan DMZ yang berbeza bagi menentukan kadar NRW yang berlaku pada DMZ.

Bagi skop kajian ini, ia tertumpu pada kawasan DMZ GP12 sahaja iaitu kawasan komersial atau perindustrian. Pada kawasan GP 12 ini terdapat kedai-kedai kecil dan kilang-kilang. Terdapat kira-kira 531 penyambungan air secara sah di kawasan ini. Kawasan ini telah dibangunkan lebih daripada 10 tahun lalu. Sebelum ini penggunaan *mechanical meter* sahaja digunakan untuk mewartakan kuantiti

penggunaan air. *mechanical meter* yang digunakan kebanyakan berumur antara 3 hingga 5 tahun. Manakala saiz yang digunakan adalah antara ¾” hingga ½”. Secara ringkas infomasi tentang kawasan GP12 adalah seperti berikut jadual :



Rajah 3.1: Gambaran susunan khas DMZ

3.2.1 Data Infomasi Kawasan GP 12

Jadual 3.1: Infomasi Kawasan GP12

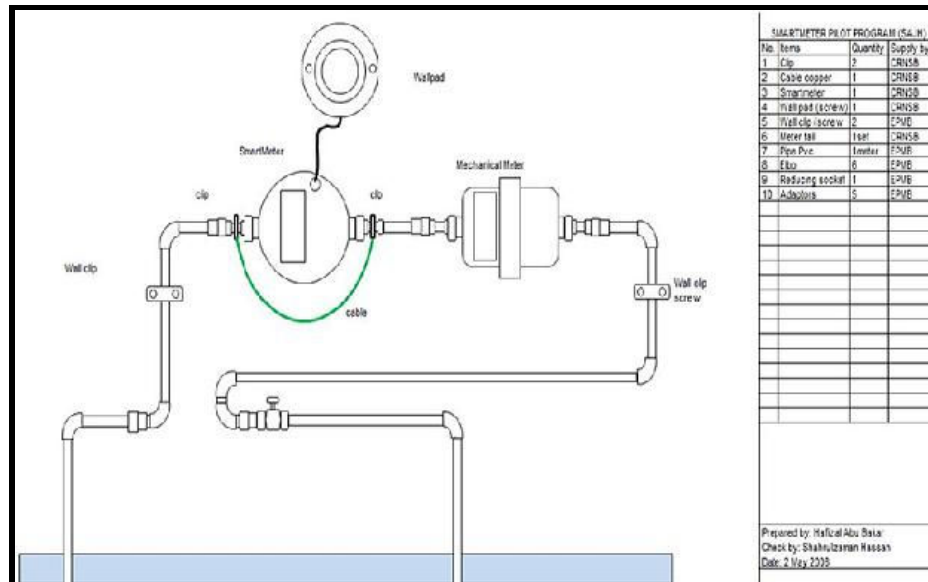
Lokasi	Taman Universiti berhampiran Universiti Teknologi Malaysia (UTM)
Umur Kawasan	10 tahun
Jumlah Penyambungan	440
Umur Meter	3 hingga 5 tahun
Saiz Meter	¾” – ½”
Tekanan (maksimum)	30m (log)
Penggunaan per bulan	21 028m ³
Kualiti air	Baik

3.3 Pemasangan

Pada kawasan kajian penggunaan meter air dari jenis *SmartMeter* dan *Mechanical Meter* digunakan. *SmartMeter* dari jenis SM 150E dipasang secara siri dengan meter *Mechanical Meter* dari jenis TD 88 dan Kent PSM. Meter bersaiz ¾” hingga 1/2” digunakan di kawasan ini.

Penggunaan paip dari jenis PVC digunakan bagi tujuan penyambungan dari paip utama ke meter pengguna. Penggunaan paip PVC dikatakan lebih murah dan tahan lama bagi memastikan bekalan air ke pengguna tiada masalah kebocoran atau sebagainya.

Pemasangan meter air berorientasi secara siri di buat bagi melihat berbezaan bacaan data yang diambil oleh kedua-dua meter. terdapat dua kaedah pemasangan meter air di kawasan ini iaitu *SmartMeter* di hadapan *Mechanical Meter* dan *SmartMeter* dibelakang *Mechanical Meter*. Air dari paip utama akan masuk kedalam *SmartMeter* terlebih dahulu bagi pemasangan meter berorientasikan *SmartMeter* dihadapan dan sebaliknya bagi *SmartMeter* dibelakang . (Draf Final Report. 2009)



Rajah 3.2: Gambaran susunan bagi orientasi *SmartMeter* di belakang

3.4 Pengukuran Parameter

Terdapat 3 parameter yang perlu dibuat bagi memastikan kajian ini berjalan lancar dan sempurna. 3 parameter yang dimaksudkan ialah :

- Jenis Pengukuran
- Permulaan Data Asal (B_i)
- Mengenalpasti sifat DMZ

3.4.1 Jenis Pengukuran

- a) Pengukuran meter DMZ
- b) Pengukuran meter pengguna
- c) Tekanan Air pada DMZ

3.4.2 Permulaan Data Asal (B_i)

- d) Mengambil data dari meter label SAJH pada DMZ
- e) Purata data untuk 3 bulan sebelumnya dengan kedudukan bacaan normal
- f) Kadar aliran air bagi DMZ untuk 3 bulan dengan aliran stabil malam

3.4.3 Mengenalpasti sifat DMZ

- a) Selepas pemasangan *SmartMeter* dalam keadaan seri dengan meter pengguna, bacaan pertama diambil
- b) Setiap data diambil setiap minggu; data *SmartMeter* diambil secara elektronik dengan menggunakan "*versa probe*".
- c) Data diambil setiap minggu dalam masa 3 bulan (minimum) untuk melihat hala pretasi meter. Perbandingan dibuat antara bacaan yang diambil oleh *SmartMeter* dan *Mechanical Meter*.



Rajah 3.3: 'Versa probe' untuk pengambilan data *SmartMeter*

3.5 Kaedah Pengiraan Peratusan NRW

Untuk mendapatkan kadar NRW bagi kawasan tersebut, terdapat beberapa maklumat perlu diperolehi terlebih dahulu. Kesemua maklumat data yang diperlukan boleh diperolehi dari pihak SAJH. Ini kerana pihak SAJH akan mengambil data pada setiap bulan. Antara maklumat yang diperlukan ialah isipadu air yang masuk ke kawasan kajian dan isipadu air yang sampai kepada pengguna di setiap rumah atau kilang. Isipadu air akan direkod oleh dua meter air iaitu dari *SmartMeter* dan *Mechanical Meter* yang akan diperolehi oleh pihak SAJH setiap bulan. Perbezaan isipadu air yang masuk dan sampai kepada pengguna merupakan nilai NRW bagi kawasan tersebut. Kadar NRW bagi kawasan tersebut akan diperolehi dengan menggunakan persamaan berikut:-

$$\text{NRW (\%)} = \frac{V_{\text{masuk}} - V_{\text{penggunaan}}}{V_{\text{masuk}}} \times 100\%$$

Dimana : V_{masuk} = Jumlah isipadu air yang masuk ke kawasan kajian
 $V_{\text{penggunaan}}$ = Jumlah isipadu air yang diguna oleh pengguna

Kadar NRW yang diperolehi merupakan kadar NRW bagi kawasan kajian sahaja. Kadar NRW dari data *SmartMeter* hendaklah lebih kecil jika dibandingkan kadar NRW dari data *Mechanical Meter*. Ini kerana, *SmartMeter* merupakan meter baru yang mempunyai tahap kejituan yang tinggi. Ia akan memberi bacaan yang tepat berbanding data dari *Mechanical Meter*. Keberkesanan meter ini dapat dilihat dengan pengurangan kadar NRW yang berlaku dikawasan tersebut.

BAB IV

KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pendahuluan

Bab ini membincangkan tentang keputusan – keputusan yang diperolehi daripada lawatan tapak yang telah dilakukan pada kawasan kajian iaitu GP 12. Data penggunaan air diambil dan direkodkan bagi membuat analisis seterusnya memberikan keputusan bagi kajian ini. Keputusan yang akan diperolehi ditentukan samada memenuhi objektif kajian ataupun tidak. Data – data yang diperolehi dianalisis dan ditunjukkan dalam bentuk jadual dan graf supaya lebih jelas dan mudah untuk difahami.

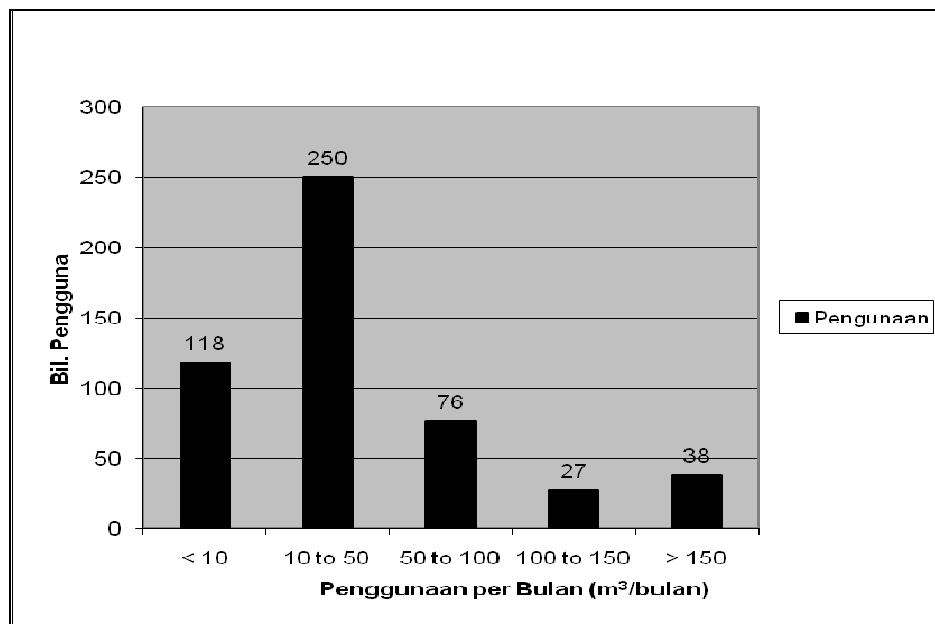
4.2 Statistik Keseluruhan GP 12

Secara keseluruhannya kawasan GP 12 mempunyai saiz populasi 440 Nos. Penggunaan isipadu air pula mencecah 21 028 m³/bulan. Bekalan air diperolehi terus daripada paip utama dan infrastruktur yang menyokong bekalan air di kawasan ini

ialah 3 injap udara yang terletak pada penjuru kawasan GP 12. Kualiti air adalah baik tanpa ada sebarang mendakkan dan enapan disebabkan lokasi GP 12 berada pada hujung puncak anak bukit. Terdapat 2 kaedah pemasangan meter air pada kawasan ini. Orentasi pemasangan meter adalah berbeza. Terdapat sebanyak 222 pemasangan meter air berorientasikan *SmartMeter* di hadapan *Mechanical Meter*. Manakala 218 pemasangan meter air berorientasikan *SmartMeter* di belakang *Mechanical Meter*. Berikut adalah analisis data yang ditunjukkan seperti dibawah.

Jadual 4.1: Taburan kegagalan penggunaan air GP 12

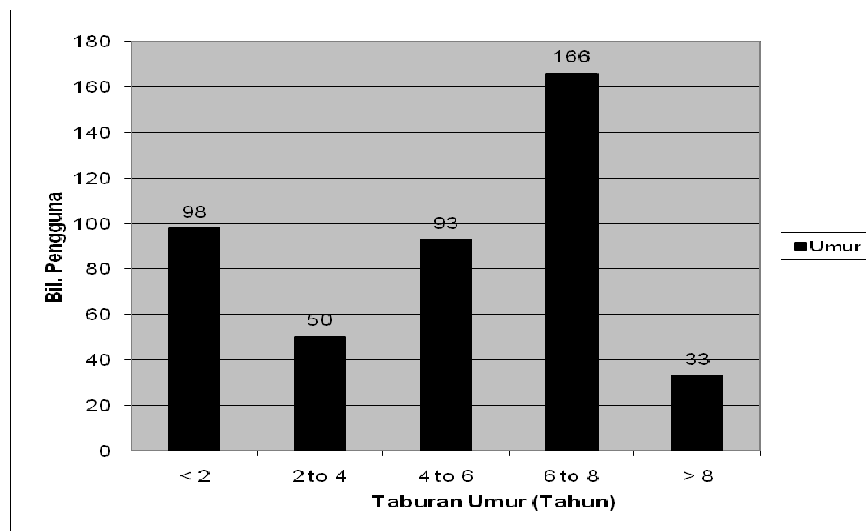
Kegagalan Penggunaan Air per bulan Mengikut Data Asal	m ³ per Bulan	Bilangan
	< 10	118
	10 hingga 50	250
	50 hingga 100	76
	100 hingga 150	27
	> 150	38



Rajah 4.1: Graf taburan penggunaan air GP 12

Jadual 4.2: Taburan kegagalan umur meter air

<i>Umur</i>	<i>Meter</i>	<i>Tahun</i>	<i>Bilangan</i>
<i>Kegagalan</i>		< 2	98
		2 hingga 4	50
		4 hingga 6	93
		6 hingga 8	166
		> 8	33

**Rajah 4.2:** Graf kegagalan umur meter air GP 12

4.2.1 Butiran-butiran Penggunaan Air GP 12

Kawasan kajian GP 12 merupakan kawasan perindustrian yang terdapat di Taman Universiti, Skudai. Kebanyakan industri yang terlibat adalah industri ringan dan kebanyakannya beroperasi secara subkontrak. Terdapat juga bangunan lot satu tingkat untuk industri ringan. Jumlah saiz pada kawasan ini adalah 440 akuan. Kawasan GP 12 adalah kawasan yang telah dibangunkan kira-kira 15 tahun lalu.

Paip perkhidmatan adalah dari jenis paip besi lentur dan bersaiz 150mm. Penuaan infrastuktur boleh memberi kesan pada kualiti bekalan air tetapi kerja-kerja paip tidak memberi kesan kepada pemasangannya. Kawasan GP 12 ini mendapat bekalan air terus dari paip utama dan disokong oleh pemasangan infrastuktur lain iaitu injap udara bagi memastikan tekanan air adalah baik di kawasan ini. Kualiti air yang diperolehi pada kawasan ni adalah baik tanpa sebarang kelodak dan mendakkan.

4.3 Gabungan Ringkasan Keputusan Data Yang Diperolehi

Data yang diperolehi pada kawasan kajian data diringkaskan bagi memudahkan analisis dibuat. Data-data yang diperolehi daripada *SmartMeter* dan *Mechanical Meter* memberikan perbezaan bacaan. Justeru, berbezaan data yang diperolehi daripada bacaan kedua-dua meter dapat dilihat dalam jadual di bawah.

Jadual 4.3: Ringkasan penggunaan air bagi orientasi *SmartMeter* di belakang

Gabungan Ringkasan	GP 12			No	Untung
	%	Penggunaan m ³	Perbezaan %		
SmartMeter BELAKANG					
Data Asal Bacaan <i>Mechanical Meter</i>		391.4		218	
Bacaan <i>Mechanical</i>	68.9	269.8	-31	218	
Bacaan <i>SmartMeter</i>	84.9	332.4	-15	218	

Jadual 4.4: Ringkasan penggunaan air bagi orientasi *SmartMeter* di hadapan

Gabungan Ringkasan	GP 12			Untung
	%	Penggunaan m ³	Perbezaan %	
SmartMeter HADAPAN				No
Data Asal Bacaan <i>Mechanical Meter</i>		309.5		222
Bacaan <i>Mechanical</i>	97.1	300.7	-3	222
Bacaan <i>SmartMeter</i>	117.2	362.7	17	222

Jadual 4.5: Gabungan ringkasan penggunaan air GP 12

Gabungan Ringkasan	GP 12				Untung
	%	Penggunaan m ³	Perbezaan %	No	
Data Asal Bacaan <i>Mechanical Meter</i>		700.9		440	14%
Bacaan <i>Mechanical</i>	81.4	570.4	-19	440	
Bacaan <i>SmartMeter</i>	99.2	695.1	-1	440	97%

Jadual 4.6: Ringkasan Penggunaan Air GP 12

Ringkasan GP 12	No	m ³	%
Data Asal Bacaan <i>Mechanical Meter</i>		701	
Purata Bacaan <i>Mechanical Meter</i>	440	570	
Purata Bacaan <i>SmartMeter</i>	440	695	18
Bacaan Ralat		27	4
Putara Bacaan Meter Bawah Pendaftaran Selalu Diperolehi	277	-35	-5
Putara Bacaan Meter Diluar Pendaftaran Selalu Diperolehi	152	133	19
Bacaan Bersih Meter Diluar Pendaftaran Selalu Diperolehi Untuk DMZ		97	14

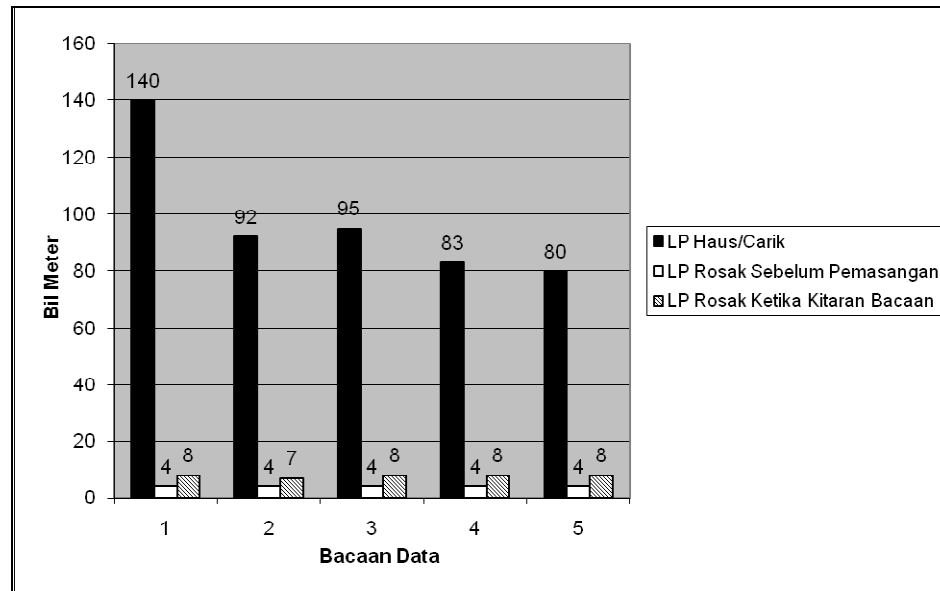
Kawasan GP 12 merupakan kawasan komersial di mana DMZ yang mempunyai aliran air pertengahan dan tinggi. Purata penggunaan air pada kawasan ini kira-kira 1.5 hingga 2.0 m³ per hari. Terdapat dua jenis saiz *Mechanical Meter* pada kawasan GP 12. Saiz ½” dan ¾” *Mechanical Meter* telah dipasang pada kawasan ini. Demikian penggunaan saiz meter yang bersesuaian dapat mengurangkan berlaku bacaan dibawah pendaftaran.

Putara meter mempunyai bacaan diluar pendaftaran disebabkan meter tersebut haus dan carik ialah sebanyak 98 meter air. Manakala sebanyak 4 meter air didapati rosak sebelum pemasangan dan 8 meter air rosak ketika pemasangan. Bacaan bersih meter diluar pendaftaran ialah 97m³ per hari pada kawasan GP 12. Bacaan ini boleh diperbaiki lagi jika kadar penggunaan dan aliran air rendah dipasang dengan *SmartMeter* 001E. Daripada 2.7% kerosakan meter air telah menghasilkan 9.6% jumlah air terhasil.

4.4 Kerosakan Meter Air Pada GP 12

Kerosakan meter air pada pusat pemasangan menunjukkan keupayaan memrekod yang perlahan dan ia dapat dikenalpasti dengan membuat perbandingan dengan data yang diperolehi oleh *SmartMeter*. Bagaimanapun kebanyakan meter mempunyai kerosakan secara bersela-sela.

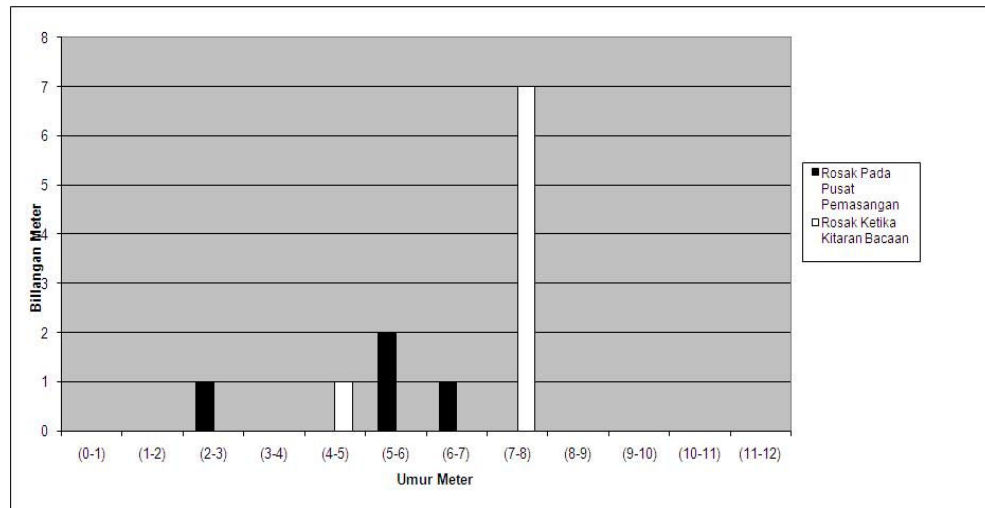
Meter yang mempunyai kerosakan ini dapat dikenalpasti ketika kitaran bacaan meter dibuat sahaja. Ini kerana ia mungkin disebabkan oleh pasir kelikir yang masuk ke dalam meter dan boleh menyebabkan meter mudah rosak seterusnya memberi bacaan yang tidak tepat. Meter yang mempunyai kerosakan ini telah member bacaan sebanyak 9.7% daripada air yang terhasil pada DMZ GP 12. Barangkali nilai ini melebihi daripada tariff yang sepatutnya.



Rajah 4.3: Graf Kegagalan meter yang menyebabkan bacaan diluar pendaftaran

4.4.1 Kesan Umur Penggunaan Meter Air

Kajian ini tidak mengambilkira umur meter air yang dianggap akan memberi kesan tahap potensi kejituan meter air dalam merekod bacaan. Justeru itu, ia boleh diketahui dengan membuat ujian pada setiap meter air di makmal. Ujian meter air yang akan dilakukan adalah 'test-bench'. Melalui ujian ini tahap kejituan setiap meter air dapat diketahui. Meter air yang mempunyai umur yang agak lama kebiasaannya mempunyai tahap kejituan yang kurang baik dan akan merugikan sesetengah pihak.



Rajah 4.4: Graf kerosakan meter

4.5 Ringkasan GP12

Jumlah populasi bagi kawasan GP 12 ialah sebanyak 418 meter air berdaftar. Terdapat aliran perlahan dan tinggi pada kawasan ini. Aliran tinggi biasanya berlaku pada waktu puncak dimana penggunaan air bagi kawasan ini sangat tinggi. Aliran perlahan pula berlaku pada waktu malam dimana penggunaan air adalah sangat rendah.

SmartMeter telah merekod bacaan sebanyak 75.9% bagi data dibawah pendaftaran manakala bagi diluar pendaftaran adalah sebanyak 24.1%. Bagaimanapun ia tetap menunjukkan kesan yang positif dalam merekod isipadu bersih air yang sebenar iaitu sebanyak 3202m³ per bulan. *SmartMeter* adalah meter air baru yang diperkenalkan dimana ia mempunyai tahap kejituan yang baik dalam mengukur penggunaan isipadu air seharian.

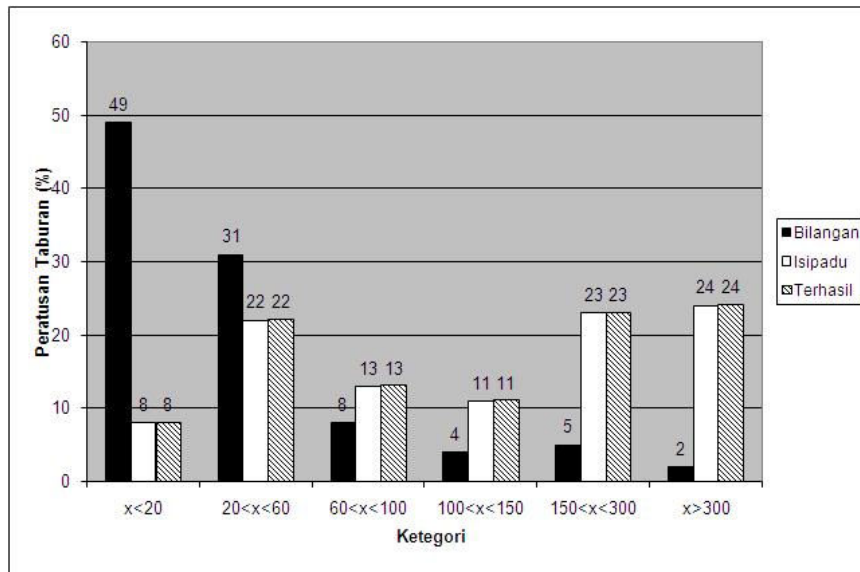
Sebanyak 19% daripada saiz sampel telah menyumbangkan kepada 71% daripada air terhasil dan 7% daripada sampel telah menyumbangkan kepada 47% daripada air terhasil. Ini menunjukkan potensi yang amat baik bagi mengelakkan kerugian sebanyak RM 9499 untuk kawasan GP 12 yang direkodkan.

Orentasi depan ke belakang selalunya sama dan ini membuktikan masing-masing pada 50.9% kepada 49.1% . Daripada peratusan yang diperolehi sebanyak 48% adalah dari ketogari aliran perlahan dan sebanyak 52% adalah dari kategori aliran tinggi.

Purata per bacaan meter air untuk bacaan *SmartMeter* adalah sebanyak 6.3 m³/bulan pada aliran perlahan dan sebanyak 69.5 m³/bulan pada aliran tinggi. Manakala bacaan bagi *Mechanical Meter* pula sebanyak 7.5 m³/bulan pada aliran perlahan dan sebanyak 57.38 m³/bulan pada aliran tinggi. Justeru, ini menggambarkan bahawa penggunaan meter air yang baru diperkenalkan ini iaitu *SmartMeter* adalah amat sesuai digunakan dalam keadaan permintaan air yang tinggi dimana mempunyai aliran yang tinggi. *SmartMeter* 150E adalah meter air yang sesuai digunakan pada aliran tinggi.

Jadual 4.7: Ciri-ciri penggunaan air GP 12

Ketagori	Kiraan	Isipadu	Tarif SM	MM Tarif
x < 20	204	1646	4800.8	5309.4
20 < x < 60	131	4617	13666.3	14208.1
60 < x < 100	34	2601	7699.5	7846.4
100 < x < 150	18	2179	6450.6	6497.7
150 < x < 300	22	4645	13750.2	12549.2
x > 300	9	4930	14592.2	5050.2
	418	20618	60959.6	51460.99



Rajah 4.5: Graf Ciri-ciri penggunaan air GP 12

4.6 Ringkasan Daripada Data Keseluruhan GP 12

Data yang diperolehi menunjukkan sebanyak 26% daripada sambungan *SmartMeter* adalah bacaan diluar pendaftaran isipadu air iaitu sebanyak 4341m³. Perbezaan isipadu air sebanyak 3200m³ dapat dinilai apabila perbandingan data yang diperolehi oleh *SmartMeter* dan *Mechanical meter* dihitung.

Penggunaan meter baru iaitu *SmartMeter* dapat memberi kesan baik dalam mengukur dengan lebih tepat isipadu air. Perbezaan isipadu air sebanyak 3200m³ dapat menjimatkan sebanyak RM9498 mengikut tariff yang disediakan oleh SAJH.

Jadual 4.8: Jadual ringkasan keputusan keseluruhan

	<i>SmartMeter</i> (m ³)			<i>Mechanical meter</i> (m ³)		Perbezaan (m ³)		Bil. Meter Air	
	Diluar	Sama	Dibawah	Diluar	Dibawah	Diluar	Dibawah	Diluar	Dibawah
Aliran Perlahan									
½ Depan	65.2	0.0	256.4	54.9	333.0	10.3	-76.7	9	41
½ Belakang	84.8	0.0	125.8	74.6	180.0	10.2	-54.2	15	38
¾ Depan	0.0	0.0	309.2	0.0	359.8	0.0	-50.6	0	32
¾ Belakang	25.8	0.0	217.6	19.4	256.5	6.4	-47.9	7	28
Jumlah Aliran Perlahan	175.8	0.0	908.9	148.9	1138.3	26.9	-229.4	31	139
Aliran Tinggi									
½ Depan	1515.6	0.0	1992.4	1152.5	2113.9	363.1	-121.5	21	30
½ Belakang	2429.8	0.0	1311.4	1211.9	1371.9	1217.9	-60.5	13	23
¾ Depan	3593.7	0.0	2914.3	1829.5	3199.3	1764.2	-285.0	24	53
¾ Belakang	2164.1	0.0	3606.3	1195.1	4048.4	969.0	-442.1	21	61
Jumlah Aliran Tinggi	9703.2	0.0	9824.4	5389.1	10733.5	4314.1	-909.1	79	167
Jumlah Komulatif	9879.0	0.0	10733.3	5538.0	11871.8	4341.1	-1138.5	110	306

4.7 Imbangan Air Mengikut Piawaian IWA

Daripada data analisis yang diperolehi kadar NRW di kawasan kajian boleh diperolehi. Kadar NRW yang diperolehi dengan melihat perbezaan antara isipadu air masuk ke DMZ dan isipadu penggunaan air pada DMZ tersebut. Kadar NRW ini adalah kadar yang diperolehi merupakan kadar NRW bagi tempoh kajian yang dijalankan di kawasan kajian.

Kadar NRW bagi kawasan kajian adalah sebanyak 41%. Daripada nilai ini sebanyak 12% kadar NRW disebabkan oleh Kehilangan Fizikal dan 29% disebabkan oleh Kehilangan Komersial. Kadar ini diketahui setelah berbincangan dan rujukan dibuat bersama SAJH.

Daripada kadar NRW yang disebabkan oleh Kehilangan Komersial, ralat daripada bacaan meter yang menyumbang berlaku Kehilangan Komersial ialah sebanyak 7%. Kecekapan meter dalam merekod bacaan penting bagi mengurangkan kadar NRW ini.

Jadual 4.9: Rangkaian taburan pengimbangan air mengikut piawaian IWA

Sistem Kemamakan Ispadu 1467m ³ /Bulan	Pergunaan Dengan Izin 656m ³ /Hari (59%)	Pergunaan Dengan Izin Yang Tidak Dibilkan 765m ³ /Hari (54%)	Pergunaan Dengan Meter Dan Dibilkan 765m ³ /Hari (54%)	Air Berhasil 765m ³ /Hari (54%)
			Pergunaan Tanpa Meter Dan Dibilkan 0m ³ /Hari (0%)	
		Pergunaan Dengan Izin Yang Tidak Dibilkan 73m ³ /Hari (5%)	Pergunaan Dengan Meter Dan Tidak Dibilkan 14.67m ³ /Hari (1%)	Air Tidak Terhasil 682m ³ /Hari (48%)
			Pergunaan Tanpa Meter Dan Tidak Dibilkan 2934m ³ /Hari (2%)	
Kehilangan Air 528m ³ /Hari (36%)	Kehilangan Nyata 367m ³ /Hari (25%)	Kehilangan Sebenar 101m ³ /Hari (11%)	Pergunaan Tanpa Izin 205.38m ³ /Hari (15%)	
			Ketidakhadiran Meter 102.69m ³ /Hari (7%)	
			Ralat Mengendalikan Data 161.37m ³ /Hari (11%)	
	Kehilangan Sebenar 101m ³ /Hari (11%)	Kebocoran Pap Utara 78m ³ /Hari (5%)		
		Kebocoran Tangki 2m ³ /Hari (0%)		
		Kebocoran Sambungan Pap Servis 82m ³ /Hari (0%)		

BAB V

KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Pendahuluan

Bab ini membincangkan tentang kesimpulan dan cadangan untuk kajian yang telah dibuat. Objektif kajian ini adalah menentukan tahap kejituan penggunaan *SmartMeter* berbanding *Mechanical Meter* dalam mengurangkan kadar NRW bagi kawasan DMZ Taman Universiti GP 12. Daripada hasil analisis data yang diperolehi seterusnya kadar NRW dapat ditentukan bagi kawasan DMZ GP 12 ini. Daripada kajian yang dijalankan ini ralat yang berlaku ketika pengukuran isipadu air oleh meter air dapat dikenalpasti dimana ralat yang berlaku disebabkan meter air akan menyumbang kadar NRW. Justeru, penggunaan meter air baru iaitu *SmartMeter* diharap dapat memberi kesan positif dalam mengurangkan kadar NRW yang berlaku.

5.2 Hipotesis

Daripada hasil kajian yang dijalankan pelbagai hipotesis dan anggapan dapat dibuat dalam penggunaan *SmartMeter* selari dengan teknologi terkini. Antara hipotesis dan anggapan yang dibuat adalah :

- ✓ Bacaan *Mechanical Meter* dibawah pendaftaran berlaku pada kadar 2% setiap tahun.
- ✓ Disumbangkan daripada kerosakan meter berdaftar 10% daripada tidak terhasil.
- ✓ Penggunaan *SmartMeter* adalah tepat dan amat sesuai dalam apa jua keadaan sekeliling.
- ✓ *SmartMeter* adalah meter air yang lasak dan tidak akan memberi kesan jika terdapat udara dan kelikir dalam sistem bekalan air.
- ✓ Penggunaan *SmartMeter* dapat meningkatkan mutu daya pengeluaran dan ketepatan dalam merekod bacaan dan pembilkan kepada pengguna.
- ✓ Apabila perlaksanaan penggunaan *SmartMeter* dalam semua sistem bekalan air, keputusan yang diperolehi pasti akan menguntungkan semua pihak.

5.3 Kesimpulan

Taman Universiti GP 12 merupakan kawasan komersial dimana pada kawasan ini terdapat kilang, rumah kedai dan restoran. Kawasan GP 12 merupakan DMZ yang telah dibahagikan bagi melihat dengan lebih jelas lagi kadar NRW yang berlaku pada kawasan ini. Penggunaan air harian bagi kawasan DMZ ini adalah berkadar sederhana dan tinggi pada waktu puncak.

Penggunaan *SmartMeter* (SM 150E) yang dipasang secara siri bersama *Mechanical Meter* menunjukkan *SmartMeter* (SM 150E) sangat sesuai bagi :

- ✓ Membaiki bacaan meter dibawah pendaftaran
- ✓ Menambah kenaikan pembilkan dan seterusnya menambah air terhasil
- ✓ Mengurangkan kadar NRW disebabkan oleh kehilangan nyata (kerusakan meter, ralat bacaan dan lain-lain)
- ✓ Memperbaiki daya pengeluaran bacaan meter.

Penggunaan *SmartMeter* dapat mengurangkan dan membaiki bacaan meter dibawah pendaftaran disamping meningkatkan ketepatan pembilkan dan seterusnya mengurangkan kadar NRW yang berlaku. Selain itu, penggunaan *SmartMeter* di dalam Rancangan Kehilangan Komersial dapat mengurangkan NRW pada DMZ yang disebabkan oleh ralat meter air dan pembilkan yang merupakan penyumbang kepada Kehilangan Komersial. Apabila pemasangan meter yang padan dan sesuai, penyelesaian *SmartMeter* dapat menghasilkan peningkatan air terhasil dalam sistem bekalan air kepada pengguna.

Dalam kes DMZ GP 12, penjimatan minimum yang diperolehi adalah sebanyak 4,341m³/bulan. Sebanyak 1,138m³/bulan lagi dapat dicapai jika meter dari kelas C ditukar dengan meter kelas D pada penggunaan air yang mempunyai aliran perlahan di dalam DMZ komersial.

Membaca bacaan secara tangan (manual) biasanya akan berlaku ralat. Ralat yang berlaku menyumbangkan NRW yang akan merugikan sesetengah pihak. Ralat yang kecil ini sedikit sebanyak akan member kesan kepada peningkatan Kehilangan Komersial. Justeru, penggunaan bacaan elektronik akan memberikan :

- ✓ Menghapuskan ralat ketika bacaan tangan (manual) berlaku.
- ✓ Menghilangkan ralat yang berlaku ketika pemindahan data iaitu ketika data dari bacaan meter direkod.
- ✓ Menghilangkan menafsir bacaan ketika bacaan meter dibuat.
- ✓ Lebih cepat dan jitu. Sangat bersesuaian dengan keadaan GP 12, memberikan daya pengeluaran yang baik dan mudah.

Walaupun penyambungan yang dibuat secara siri, ia telah menunjukkan keadaan sebenar *SmartMeter*. Penyambungan secara siri memberikan penurunan penggunaan disebabkan perendahan tekanan pada penghujung penggunaan. Untuk kajian yang adakan datang perlu diberikan tumpuan pada semua penukaran meter kepada *SmartMeter* dan metodologinya.

5.4 Kebaikan Kepada Syarikat Air Johor Holding (SAJH)

Daripada hasil kajian yang dijalankan, didapati penggunaan meter baru iaitu *SmartMeter* memberikan kebaikan dan keuntungan kepada SAJH dalam mengatasi masalah kadar kenaikan NRW. Antara kebaikan yang akan diperolehi ialah :

- ✓ Penggunaan *SmartMeter* iaitu sebanyak 26% menyumbangkan sebanyak 4,341m³ daripada isipadu yang dibaca diluar pendaftaran.
- ✓ Sebanyak 3,200m³ isipadu bersih air direkodkan berbanding *Mechanical meter*.
- ✓ Isipadu air sebanyak 3,200m³ merupakan perbezaan keputusan yang diperolehi antara *SmartMeter* dan *Mechanical Meter* dalam meningkatkan air terhasil per bulan iaitu RM9,498 yang dapat diperolehi dari penggunaan *SmartMeter*.

- ✓ Nilai RM 9,498 ini meningkatkan kadar air terhasil seterusnya menggambarkan 18% daripada jumlah keseluruhan pengebilanan air terhasil iaitu sebanyak RM51,460.

5.5 Komen Dan Cadangan

Setiap kadar alir yang sampai kepada pengguna adalah berbeza, justeru penggunaan saiz meter air yang tepat adalah sangat penting dalam mengukur setiap aliran air yang masuk. Pada kawasan yang mempunyai kadar alir yang sangat perlahan meter air dari Kelas C adalah tidak sesuai digunakan. Penggunaan meter air dari Kelas D adalah lebih tepat dan baik dalam merekod kadar alir yang sangat perlahan.

Kawasan yang mempunyai kadar alir yang sangat perlahan, penggunaan penapis dan injap tak kembali adalah tidak praktikal untuk digunakan. Penggunaan alat ini akan menghasilkan sedikit kehilangan tenaga kepada sistem pemasangan meter air dan kemudian memberikan kesan tekanan yang diterima pada pengguna yang hujung. Untuk kadar alir besar daripada $2\text{m}^3/\text{hari}$, penggunaan meter dari Kelas C sesuai digunakan manakala kawasan yang mempunyai kadar alir yang perlahan meter air dari Kelas D merupakan meter yang lebih praktikal untuk digunakan.

Daripada hasil kajian yang dijalankan dicadangkan supaya penggunaan meter air baru iaitu *SmartMeter* diperluaskan lagi. Pada kajian akan datang keberkesanan penggunaan *SmartMeter* berbanding *Mechanical Meter* dibuat pada rumah pangsa. Kaedah pemasangan adalah sangat penting bagi menentukan tahap ketepatan meter dalam merekod isipadu air.

RUJUKAN

Azlan Bin Mohammad (2006). “Analisis Tahap Air Tak Terhasil Antara Zon : Kajian Kes Di Taman Universiti, Skudai”. Tesis Ijazah Sarjana Muda, Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Johor, Malaysia.

Draf Final Report (2009). “Incremental Revenue and NRW Reduction thru IWA Commercial Loss Methodology”. EP Manufacturing Berhad.

Khairul Azhan Bin Jamaluddin (2008). “Penyingkiran Logam Berat Menggunakan Kaedah Tanah Bencah Buatan Aliran Permukaan Bagi Rawatan Air Larut Lesap.” Tesis Ijazah Sarjana Muda, Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Johor, Malaysia.

Malcolm Farley, Gary Wyeth, Zainuddin Bin Md Ghazali, Arie Istandar, Sher Singh (2008). “The Manager’s Non-Revenue Water Handbook” RanhillUtilities Berhad and the United States Agency for Inernational Development (USAID)

Muhammad Izni Bin Roslan (2007). “NRW: Kajian Kawasan Perindustrian Bercham ”. Tesis Ijazah Sarjana Muda, Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Johor, Malaysia.

Mohd Ghazali Bin Ibrahim (2009). "Perbincangan Peribadi". Syarikat Air Johor Holding, Larkin.

Nasri bin Marob (2004). "Teknik Pemantauan Non Revenue Water (NRW) dengan kaedah Sistem Telemetry". Tesis Ijazah Sarjana Muda. Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru, Malaysia.

New Straits Times, July 16, (2008). "Malaysian Non-Revenue Water Rate". New Straits Times.

Specification Sheet TD 88. "TD 88 Residential Water Meter Designed for Asia". Schlumberger Measurement and Systems Asia.

Specification Sheet Kent PSM. "Kent PSM Cold Potable Water Meters". KENT METERS LIMITED AN ABB Kent Meter Division Company.

Specification Sheet SmartMeter. "SmartMeter Solid-state electronic water meter SM 150". Severn Trent Metering Services.

LAMPIRAN A

JADUAL-JADUAL DATA ANALISIS YANG DIPEROLEHI

	Address	Meter number				Existing Meter									
		MM No.	Smart meter No.	Age	Orientation	Baseline Data MM	Date	Last reading	Date	Current reading	Days	Consumption m ³ /day	Consumption m ³ /month		
33	39		SAJ1009388	2007130278	0.05	1/2	Front	0.2	25-Jun	1124.668	6-Sep	1124.666	73	0.0	0.0
484	66	JLN PERDAGANGAN	SAJ06L179169	2007128167	0.05	1/2	Front	0.0	26-Jun	0.0377	6-Sep	0.0396	72	0.0	0.0
141	18	JLN PERDAGANGAN	SAJ06S4828	2007128418	6.13	3/4	Front	7.8	25-Jun	1645.388	6-Sep	1945.398	73	0.0	0.0
78	9	JLN PERDAGANGAN	SAJ06S4878	2007127768	6.01	3/4	Back	48.5	25-Jun	3257.968	6-Sep	3257.972	73	0.0	0.0
189	51	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166501	2007130210	7.13	1/2	Front	0.2	25-Jun	1.688	6-Sep	1.7232	73	0.0	0.0
195	60	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166531	2007130229	0.61	1/2	Front	0.7	25-Jun	6.3526	6-Sep	9.4807	73	0.0	0.0
423	51	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166545	2007129616	7.40	3/4	Front	0.0	26-Jun	6.9875	6-Sep	1.0069	72	0.0	0.0
411	38	JLN PERDAGANGAN	SAJ07F202138	2007129864	1.72	1/2	Front	0.2	26-Jun	1.4912	6-Sep	11.5724	72	0.1	4.3
264	10	JLN PERDAGANGAN	SAJ07A04132	2007130599	0.09	1/2	Back	37.8	25-Jun	3.095	6-Sep	3.241	73	0.0	0.1
89	102	JLN PERDAGANGAN	SAJ05A21148	2007128044	7.39	1/2	Front	0.5	23-Jun	258.92	6-Sep	260.202	75	0.0	0.5
72	62	JLN PERDAGANGAN	SAJ09028895	2007128405	6.13	1/2	Front	47.7	23-Jun	2628.612	6-Sep	2628.631	75	0.0	0.1
175	57	JLN PERDAGANGAN	SAJ06S0681	2007127739	7.39	3/4	Back	13.5	25-Jun	1441.423	6-Sep	1441.423	73	0.0	0.0
264	8	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B0742	2007128387	7.39	3/4	Back	12.7	25-Jun	1110.852	6-Sep	1111.91	73	0.0	0.5
156	26	JLN PERDAGANGAN	SAJ07A07402	2007128425	0.84	1/2	Front	10.3	25-Jun	92.272	6-Sep	112.054	73	0.3	8.2
134	10	JLN PERDAGANGAN	SAJ07F202030	2007128915	7.39	1/2	Back	2.5	25-Jun	21.6106	6-Sep	23.3773	73	0.0	0.7
20	22	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B4054	2007128572	0.36	1/2	Back	0.5	25-Jun	6.5183	6-Sep	8.4658	73	0.0	0.8
448	22	JLN PERDAGANGAN	SAJ6981634	2007128170	5.19	3/4	Front	3.2	26-Jun	994.438	6-Sep	996.675	72	0.0	1.0
16	18	JLN PERDAGANGAN	SAJ07A04138	2007128188	6.61	1/2	Front	28.3	25-Jun	16.482	6-Sep	18.787	73	0.0	1.0
123	142	JLN PERDAGANGAN	SAJ05A21120	2007127806	0.35	1/2	Back	2.0	26-Jun	77.897	6-Sep	79.249	72	0.0	0.6
334	5	JLN PERDAGANGAN	SAJ03A81440	2007128957	7.32	1/2	Back	1.8	26-Jun	243.496	6-Sep	246.15	72	0.0	1.1
40	46	JLN PERDAGANGAN	SAJ07F202046	2007128320	7.41	3/4	Back	7.0	25-Jun	41.0167	6-Sep	48.4371	73	0.1	1.8
157	27	JLN PERDAGANGAN	SAJ06L179165	2007128654	0.85	1/2	Front	5.0	25-Jun	49.4758	6-Sep	52.8382	73	0.0	1.4
148	24	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166508	2007128388	7.39	1/2	Front	3.7	25-Jun	38.6502	6-Sep	44.9922	73	0.1	3.4
456	30	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B2912	2007129634	0.85	3/4	Front	3.5	26-Jun	107.975	6-Sep	110.93	72	0.0	1.4
274	11	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166521	2007129424	0.78	1/2	Back	1.5	25-Jun	24.8378	6-Sep	28.1418	73	0.0	1.5
292	58	JLN PERDAGANGAN	SAJ06L174790	2007129429	7.40	1/2	Front	2.3	25-Jun	23.7848	6-Sep	30.3761	73	0.1	2.7
191	74	JLN PERDAGANGAN	SAJ06A0434	2007129459	7.41	3/4	Front	12.7	25-Jun	313.625	6-Sep	319.754	73	0.1	2.5
161	41	JLN PERDAGANGAN	SAJ06S4072	2007128928	4.71	3/4	Back	9.7	25-Jun	9511.536	6-Sep	9513.244	73	0.0	0.7
163	66	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B2025	2007130322	4.71	3/4	Back	9.0	25-Jun	384.907	6-Sep	367.346	73	0.0	1.0
373	50	JLN PERDAGANGAN	SAJ07F202131	2007128578	6.05	1/2	Front	12.0	26-Jun	31.8888	6-Sep	36.4745	72	0.1	1.9
15	17	JLN PERDAGANGAN	YSBC1413	2007130377	0.85	3/4	Back	10.3	25-Jun	1382.3882	6-Sep	1385.9149	73	0.0	1.5
13	15	JLN PERDAGANGAN	SAJ02B475	2007127753	6.48	3/4	Front	64.2	25-Jun	4354.898	6-Sep	4360.807	73	0.1	2.8
222	38	JLN PERDAGANGAN	SAJ06L179161	2007127765	7.39	1/2	Back	8.2	25-Jun	78.0094	6-Sep	85.904	73	0.1	4.1
450	24	JLN PERDAGANGAN	SAJ07A04127	2007128249	0.85	1/2	Back	4.2	26-Jun	35.645	6-Sep	41.939	72	0.1	2.7
50	58	JLN PERDAGANGAN		2007127748	6.10	1/2	Front	8.5	25-Jun	2593.3709	6-Sep	2593.3706	73	0.0	0.0
62	72	JLN PERDAGANGAN	SAJ02A80378	2007127775	6.01	1/2	Front	2.7	25-Jun	245.732	6-Sep	253.41	73	0.1	3.2
61	71	JLN PERDAGANGAN	SAJ00A32880	2007128658	0.65	1/2	Back	11.7	25-Jun	983.382	6-Sep	969.611	73	0.1	2.6
209	14	JLN PERDAGANGAN	SAJ02A89528	2007128662	2.74	1/2	Front	34.3	25-Jun	1767.209	6-Sep	1826.308	73	1.0	29.0
171	53	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166510	2007129918	7.35	1/2	Back	2.8	25-Jun	32.4926	6-Sep	38.528	73	0.1	2.5
371	46	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B0721	2007128374	4.45	3/4	Front	3.5	26-Jun	753.515	6-Sep	759.391	72	0.1	2.5
178	61	JLN PERDAGANGAN	SAJ6981739	2007128660	7.39	3/4	Back	#REF!	25-Jun	227.774	6-Sep	238.993	73	0.2	4.7
109	124	JLN PERDAGANGAN	SAJ07F202047	2007129129	7.41	1/2	Front	2.0	23-Jun	174.786	6-Sep	17.9667	75	0.0	0.7
170	52	JLN PERDAGANGAN	SAJ01C1771	2007130320	0.81	3/4	Back	4.5	25-Jun	1123.957	6-Sep	1133.636	73	0.1	4.0
173	55	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166504	2007128189	0.61	1/2	Front	3.5	25-Jun	45.8079	6-Sep	53.3811	73	0.1	3.2
165	47	JLN PERDAGANGAN	SAJ06L179168	2007129759	7.12	1/2	Back	7.5	25-Jun	49.8775	6-Sep	90.4884	73	0.1	4.0
77	69	JLN PERDAGANGAN	01A51269	2007138564	0.25	1/2	Back	5.0	26-Jun	7354.1354	6-Sep	7361.9802	72	0.1	3.3
145	23	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B0685	2007130117	7.39	3/4	Back	18.7	25-Jun	2454.125	6-Sep	2454.312	73	0.0	0.0
169	72	JLN PERDAGANGAN	SAJ07A04100	2007130488	6.70	1/2	Back	9.0	25-Jun	25.289	6-Sep	34.025	73	0.1	3.6
80	91	JLN PERDAGANGAN	SAJ06A6273	2007130505	4.88	1/2	Front	3.8	26-Jun	75.358	6-Sep	84.376	72	0.1	3.8
131	7	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B044	2007128941	7.39	3/4	Back	19.2	25-Jun	1282.756	6-Sep	1312.175	73	0.4	12.3
128	4	JLN PERDAGANGAN	SAJ04A39305	2007128223	4.18	1/2	Back	6.0	25-Jun	97.444	6-Sep	109.482	73	0.2	5.0
26	28	JLN PERDAGANGAN	SAJ07F202044	2007130095	4.71	1/2	Front	1.7	1-Jul	17.1366	6-Sep	24.7939	67	0.1	3.5
205	8	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B045	2007128554	3.81	3/4	Front	13.2	25-Jun	3369.761	6-Sep	3386.695	73	0.4	11.2
179	62	JLN PERDAGANGAN	SAJ07B0465	2007129384	4.71	3/4	Front	4.7	25-Jun	88.388	6-Sep	100.975	73	0.2	5.2
268	3	JLN PERDAGANGAN	SAJ07A04135	2007128394	4.68	1/2	Front	5.7	25-Jun	56.599	6-Sep	67.71	73	0.2	4.7
270	5	JLN PERDAGANGAN	SAJ07A04134	2007130168	0.78	1/2	Back	10.9	25-Jun	65.766	6-Sep	107.008	73	0.3	8.9
227	46	JLN PERDAGANGAN	SAJ06L179162	2007128406	0.68	1/2	Back	6.5	26-Jun	72.5766	6-Sep	82.51	73	0.1	4.1
75	87	JLN PERDAGANGAN	SAJ00A38496	2007129981	5.03	1/2	Front	20.3	26-Jun	877.343	6-Sep	877.343	72	0.0	0.0
167	70	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166536	2007130228	0.28	1/2	Back	4.5	25-Jun	45.9428	6-Sep	55.3416	73	0.1	3.9
136	12	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166507	2007128482	0.72	1/2	Back	3.0	25-Jun	38.9787	6-Sep	43.1985	73	0.1	1.8
353	8	JLN PERDAGANGAN	SAJ00B2924	2007130550	4.58	3/4	Front	65.7	26-Jun	29049.802	6-Sep	29050.692	72	0.0	0.5
9	8	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166548	2007129387	0.78	1/2	Front	4.0	25-Jun	45.4366	6-Sep	55.9044	73	0.1	4.2
243	5	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B0597	2007128479	4.61	3/4	Front	4.7	25-Jun	1397.205	6-Sep	1409.114	73	0.2	5.0
142	20	JLN PERDAGANGAN	SAJ06L179183	2007128384	7.39	1/2	Back	5.0	25-Jun	59.8571	6-Sep	74.0675	73	0.2	5.9
447	21	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B4845	2007130237	5.97	3/4	Front	8.8	26-Jun	2580.322	6-Sep	2575.002	72	0.2	6.2
378	54	JLN PERDAGANGAN	SAJ07A04128	2007129574	7.39	1/2	Front	6.5	26-Jun	87.973	6-Sep	100.639	72	0.2	5.4
47	54	JLN PERDAGANGAN	0207304903	2007128178	7.41	1/2	Back	7.2	25-Jun	8188.9434	6-Sep	8179.8108	73	0.1	4.5
237	68	JLN PERDAGANGAN	SAJ06H166538	2007127881	4.22	1/2	Back	13.5	26-Jun	121.7308	6-Sep	139.8775	73	0.2	7.8
218	28	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B2923	2007128390	7.39	3/4	Front	10.2	25-Jun	780.091	6-Sep	781.202	73	0.3	8.8
383	28	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B0685	2007128351	4.71	3/4	Back	5.7	26-Jun	188.748	6-Sep	213.342	72	0.2	6.2
352	8	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B0546	2007128832	1.21	3/4	Back	101.3	26-Jun	1651.378	6-Sep	1563.291	72	0.2	5.0
302	12	JLN PERDAGANGAN	SAJ00A457389	2007128731	6.88	1/2	Back	131.6	26-Jun	445.894	6-Sep	457.327	70	0.2	5.0
53	31	JLN PERDAGANGAN	SAJ01A41404	2007128802	6.48	1/2	Back	8.2	25-Jun	809.896	6-Sep	820.762	73	0.1	4.5
151	60	JLN PERDAGANGAN	SAJ6582624	2007130511	0.88	3/4	Front	9.3	25-Jun	214.555	6-Sep	238.817	73	0.3	10.1
397	23	JLN PERDAGANGAN	SAJ06L174789	2007128489	0.84	1/2	Back	30.7	26-Jun	205.1021	6-Sep	219.963	72	0.2	6.3
301	11	JLN PERDAGANGAN	SAJ01C032254	2007127856	7.40	1/2	Back	13.5	26-Jun	1873.2124	6-Sep	1887.2223	70	0.2	6.1
453	27	JLN PERDAGANGAN	SAJ02B719	2007130781	4.21	3/4	Back	#REF!	26-Jun	2227.889	6-Sep	2240.048	72	0.2	6.4
238	66	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B4797	2007130389	0.81	3/4	Back	78.3	25-Jun	4316.261	6-Sep	4332.689	73	0.2	6.8
186	69	JLN PERDAGANGAN	SAJ06B6108	2007130388	0.81	3/4	Front	11.9	26-Jun	1663.346	30-Aug	1662.914	66	0.3	9.0

Plat A1: bacaan data SmartMeter dan Mechanical Meter yang diperoleh

Meter consumption more than 1.5 m ³ /d					
Items	Total number	Percentage (number)	Percentage (saving)	Incremental	Unit
Meter stop	7	6%	0%	-0.5	m ³ /day
Over register	61	55%	-2%	-7.5	m ³ /day
Low flow effect	14	13%	0%	-1.31	m ³ /day
Meter wear and tear	28	25%	34%	139.0	m ³ /day
Meter stuck	1	0.9%	0%	-0.1	m ³ /day
Total	111			129.5	

Plat A2: Data penggunaan air lebih daripada 1.5m³/hari

Meter consumption below than 1.5 m ³ /d					
Items	Total number	Percentage (number)	Percentage (saving)	Incremental	Unit
Meter stop	6	2%	0%	0.0	m ³ /day
Over register	232	73%	0%	0.0	m ³ /day
Low flow effect	60	19%	0%	0.00	m ³ /day
Meter wear and tear	21	7%	0%	0.0	m ³ /day
Meter stuck	0	0.0%	0%	0.0	m ³ /day
Total	319			0.0	

Plat A3: Data penggunaan air kurang daripada 1.5m³/hari

LAMPIRAN B

RAJAH-RAJAH AKTIVITI PENGENDALIAN KAJIAN DAN YANG BERKAITAN



Plat B1: Keratan rentas meter air *SmartMeter* SM 150E



Plat B2: Keratan rentas meter air *Mechanical Meter* TD 88



Plat B3: Lokasi meter air utama DMZ GP 12



Plat B4: Penggunaan air harian yang tinggi kilang ATLAS



Plat B5: Meter air 2" yang digunakan oleh kilang ATLAS



Plat B6: Jenis-jenis sambung dari paip utama ke meter pengguna



Plat B7: Kedudukan sebenar *SmartMeter* dan *Mechanical Meter*

