

**EFISIENSI PENGURUSAN AIR TIDAK BERHASIL
(NRW) DI NEGERI KELANTAN; KAJIAN KES BECHAH
TENDONG**

MOHAMMAD GHAZI BIN ISMAIL

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2018

**EFISIENSI PENGURUSAN AIR TIDAK BERHASIL
(NRW) DI NEGERI KELANTAN; KAJIAN KES BECHAH
TENDONG**

Oleh

MOHAMMAD GHAZI BIN ISMAIL

**Tesis yang diserahkan untuk
memenuhi keperluan bagi
Ijazah Doktor Falsafah**

Disember 2018

**MOHAMMAD GHAZI
BIN ISMAIL**

**EFISIENSI PENGURUSAN AIR TIDAK BERHASIL (NRW)
DI NEGERI KELANTAN;
KAJIAN KES BECHAH TENDONG**

2018 PhD

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi rasa syukur ke hadrat Allah SWT kerana dengan limpah kurnia, rahmat dan izin-Nya membolehkan penulisan tesis ini sampai ke noktah yang terakhir. Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada Profesor Dr Chan Ngai Weng selaku penyelia utama dan Profesor Dr Narimah Samat sebagai penyelia bersama di atas segala bimbingan, dorongan dan sokongan yang diberikan selama ini. Tidak ketinggalan ucapan jutaan terima kasih kepada Profesor Madya Dr Zunaidah Sulong dari Fakulti Ekonomi dan Sains Pengurusan Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA) sebagai penasihat bidang ekonomi dalam kajian ini, Syarikat Air Kelantan Sdn. Bhd. (AKSB), Jabatan Bekalan Air (JBA) Kelantan, Jabatan Pengairan Dan Saliran (JPS) dan Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN) Wilayah Timur kerana tidak jemu-jemu membantu dalam memberikan maklumat berkaitan penyelidikan ini serta tidak lupa juga kepada para responden yang bersusah payah membantu penulis dalam menyempurnakan kajian ini. Seterusnya penghargaan kepada Kementerian Pendidikan Malaysia Sektor Pengajian Tinggi kerana membiayai pengajian dan penyelidikan yang dijalankan melalui pemberian Biasiswa MyPh.D dan pihak Universiti Sains Malaysia (USM) melalui Projek LRGS 203/PKT/6720004 (Dan Sub-Projek LRGS 203/PKT/6724003) yang menaja penulis dalam pembentangan kertas kerja berkaitan tajuk kajian di persidangan peringkat kebangsaan mahupun antarabangsa. Akhir sekali, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga yang tercinta terutama kepada ayahanda tersayang, Haji Ismail Abdul Majid kerana banyak memberi sokongan dan dorongan untuk menyiapkan penyelidikan ini.

ISI KANDUNGAN

PENGHARGAAN	ii
ISI KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
SENARAI SINGKATAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii

BAB 1 - PENGENALAN

1.1	Pengurusan Sumber Air	1
1.2	Definisi NRW	3
1.3	Pengurusan NRW Secara Efisien	6
1.4	Permasalahan Kajian	13
1.5	Kelemahan Pengurusan NRW Sediada	16
1.6	Masalah NRW	17
1.7	Kepentingan Kajian	19
1.8	Persoalan Kajian	20
1.9	Objektif Kajian	21
1.10	Hipotesis Kajian	21

1.11	Skop dan Batasan Kajian	23
1.12	Skop Data Kajian	23
1.13	Batasan Kajian	24
1.14	Susunan Tesis	24

BAB 2 - SOROTAN LITERATUR

2.1	Kepentingan Pengurusan NRW Secara Efisien	27
2.2	Pengukuran NRW Secara Efisien	29
2.3	Keseimbangan Air	31
2.4	Pengalaman Pengurusan NRW di Manila, Filipina	32
2.5	Strategi Pengurangan NRW	35
	2.5.1 Strategi Pengurangan Kerugiaan Sebenar	35
	2.5.2 Kawalan kebocoran aktif	38
	2.5.3 Strategi Pengurangan Kerugiaan Ketara	39
2.6	Tahap Ekonomi NRW	42
2.7	NRW di Malaysia	47
2.8	Penyusunan Semula Industri Bekalan Air di Malaysia	50
2.9	Pengurusan NRW Selepas Penstrukturan Industri Bekalan Air	52
2.10	Penglibatan Pihak Berkepentingan dan Pembangunan Perkongsian dalam Pengurusan NRW	54
2.11	Penyertaan Awam dalam Pengurusan NRW	56
2.12	Model Perilaku Berkaitan Air	57
2.13	Persepsi Awam Berkaitan Pengurusan NRW	58
2.14	Pembolehubah Bebas Dan Bersandar	59

2.15	Rangka Kerja Konseptual Membangunkan Model Pengurusan NRW	61
------	---	----

BAB 3 - KAWASAN KAJIAN DAN METODOLOGI

3.1	Latar Belakang Kawasan Kajian	63
3.2	Bilangan Pengguna, Panjang dan Jenis Paip Serta Tekanan di Kawasan Kajian	66
3.3	Taburan Hujan	67
3.3.1	Lokasi: Kg. Tandak (Bkt. P. Junu, Kelantan)	68
3.3.2	Lokasi: Rumah Pam Repek, Kelantan	69
3.3.3	Lokasi: Rumah Kerajaan JPS, Meranti, Kelantan	69
3.4	Aliran Sungai	70
3.5	Metodologi	71
3.5.1	Pengumpulan Data soalselidik responden	71
3.5.1(a)	Data Kualitatif	72
3.5.1(b)	Soal Selidik	81
3.5.1(c)	Kawalan Kualiti	85
3.5.2	Pengumpulan Data Bagi Indikator Ekonomi	86
3.5.2(a)	Pembentukan DMA	87
3.5.2(b)	Pengiraan Kehilangan Air	87
3.5.2(c)	Penilaian Implikasi Kewangan	88
3.5.3	Pengumpulan Data Bagi Analisis SWOT	91

BAB 4 - ANALISIS DATA DAN PERBINCANGAN

4.1	Pengenalan: Analisis Data Soalselidik dan Kualitatif Bagi menjawab Objektif 1 dan 3	94
4.2	Analisis Kualitatif Menggunakan Perisian QSR Nvivo	94
4.2.1	Isu Pengurusan NRW di Kawasan Kajian	94
4.2.2	Pengetahuan Tentang NRW	97
4.2.3	Faktor Penglibatan	100
4.2.4	Kaedah Pendidikan	102
4.2.5	Kekangan Melibatkan Diri Dalam Isu NRW	104
4.2.6	Isu Perlaksanaan Kerja	106
4.3	Analisis Statistik Soal Selidik Responden	112
4.3.1	Maklumat Sosio-ekonomi	112
4.3.2	Permasalahan NRW Kawasan Kajian	114
4.3.3	Tahap Pengetahuan NRW	119
4.3.4	Ujian Normaliti Skewness dan Kurtosis	121
4.3.5	Rajah Histogram Dengan Keluk Normal dan Plot Q-Q Bagi Pengetahuan Responden Terhadap Isu-Isu Pengurusan NRW	122
4.3.6	Perbandingan Skor Min Faktor Masalah NRW Dengan Kumpulan Umur	123
4.3.7	Perbandingan Skor Min Faktor Masalah NRW Dengan Kumpulan Bangsa	124
4.3.8	Perbandingan Skor Min Faktor Masalah NRW Dengan Kumpulan Agama	125
4.3.9	Perbandingan Skor Min Faktor Masalah NRW Dengan Faktor Pendidikan	126
4.3.10	Perbandingan Skor Min Faktor Masalah NRW dengan Faktor Pengalaman	127

4.3.11	Perbandingan Skor Min Faktor Masalah NRW dengan Faktor Pendapatan Bulanan	128
4.3.12	Perbandingan Skor Min Faktor Masalah NRW Dengan Faktor Kelayakan	129
4.3.13	Hubungan Tahap Pengetahuan Responden Dengan Faktor Sosio-ekonomi	130
4.3.14	Hubungan Faktor Sikap Dengan Faktor Sosio-ekonomi	132
4.3.15	Hubungan Faktor Politik Dengan Faktor Sosio-ekonomi	134
4.3.16	Hubungan Faktor Undang-undang Dengan Faktor Sosio-ekonomi	136
4.3.17	Hubungan Faktor Ekonomi Dengan Faktor Sosio-ekonomi	138
4.3.18	Hubungan Faktor Teknikal Dengan Faktor Sosio-ekonomi	140
4.3.19	Ujian Korelasi Pearson Dengan Faktor-faktor yang dikaji	141
4.4	Pengenalan: Analisis Data Indikator Ekonomi bagi Objektif 2	145
4.4.1	Pembentukan DMA	145
4.4.1(a)	Ujian Tekanan Sifar (ZPT) dan Pengurusan Tekanan	145
4.4.2	Analisis Kehilangan Air	151
4.4.2(a)	Hubungan Jenis Paip Dengan NNF	151
4.4.2(b)	Hubungan Tekanan Dengan NNF	152
4.4.2(c)	Hubungan Panjang Paip Dengan NNF	154
4.4.2(d)	Hubungan Antara Bilangan Pengguna Domestik Dengan NNF	156
4.4.2(e)	Hubungan Antara Bilangan Pengguna Komersial Dengan NNF	158

4.4.3	Kesan Penukaran Meter Meter Under/Over Registration) Dalam Bacaan Meter Pengguna (m ³)	161
4.5	Penilaian Implikasi Kewangan Bagi Pelaksanaan Projek NRW Menggunakan Model Ekonomi	162
4.6	Pengurangan NRW Dalam Tempoh Kajian dijalankan	167
4.7	Analisis SWOT	168
4.8	SOP Komprehensif Pengurusan NRW di Kawasan Kajian	171
BAB 5 - KESIMPULAN		
5.1	Dapatan Kajian	174
5.2	Kerja Penyelidikan Masa Depan	178
BIBLIOGRAFI		178
LAMPIRAN		

SENARAI JADUAL

		Halaman
Jadual 2.1	Jumlah hasil dan perbelanjaan di Malaysia dan negeri-negeri tahun 2014 hingga 2015	47
Jadual 2.2	Kadar Air Tak Berhasil (NRW) di Malaysia antara tahun 2013 hingga 2015	48
Jadual 2.3	Negeri-negeri yang menandatangani perjanjian penstrukturan air dengan kerajaan persekutuan Malaysia	51
Jadual 3.1	Kapasiti dan jenis tangki di kawasan kajian	63
Jadual 3.2	Jumlah pengguna domestik, panjang paip, jenis paip dan tekanan di kawasan kajian	67
Jadual 3.3	Soalan yang di tanyakan kepada responden di bahagikan mengikut domain	84
Jadual 3.4	Panduan julat min dan tahap persetujuan	84
Jadual 3.5	Ujian reliability kajian pilot (N=20)	85
Jadual 3.6	Penjelasan Analisis SWOT	91
Jadual 4.1	Ciri-ciri responden kajian	113
Jadual 4.2	Permasalahan NRW kawasan kajian	116
Jadual 4.3	Aras persetujuan permasalahan NRW kawasan kajian	118
Jadual 4.4	Jadual kekerapan dan peratus masalah NRW	120
Jadual 4.5	Analisis diskriptif masalah NRW	121
Jadual 4.6	Ujian Normaliti Skewness dan Kurtosis	
Jadual 4.7	Keputusan Ujian Normaliti Faktor dikaji terhadap Isu-isu Pengurusan NRW	123

Jadual 4.8	Perbandingan min skor faktor masalah NRW dengan kumpulan umur	123
Jadual 4.9	Perbandingan min skor faktor masalah NRW dengan bangsa	124
Jadual 4.10	Perbandingan min skor faktor masalah NRW dengan agama	125
Jadual 4.11	Perbandingan min skor faktor masalah NRW dengan faktor pendidikan	126
Jadual 4.12	Perbandingan min skor faktor masalah NRW dengan faktor pengalaman	127
Jadual 4.13	Perbandingan min skor faktor masalah NRW dengan faktor Pendapatan Bulanan	128
Jadual 4.14	Perbandingan min skor faktor masalah NRW dengan faktor kelayakan	129
Jadual 4.15	Hubungan faktor tahap pengetahuan responden dengan faktor sosioekonomi	130
Jadual 4.16	Hubungan faktor sikap dengan faktor sosioekonomi	132
Jadual 4.17	Hubungan faktor politik dengan faktor sosioekonomi	134
Jadual 4.18	Hubungan faktor undang-undang dengan faktor sosioekonomi	136
Jadual 4.19	Hubungan faktor ekonomi dengan faktor sosioekonomi	138
Jadual 4.20	Hubungan faktor teknikal dengan faktor sosioekonomi	140
Jadual 4.21	Hubungan korelasi di antara faktor-faktor yang di kaji	142
Jadual 4.22	Kawasan Pemasangan <i>Data Logger</i> Bagi Tujuan Ujian Tekanan Sifar (ZPT)	146
Jadual 4.23	Perbandingan min NNF dengan jenis paip	152
Jadual 4.24	Perbandingan min NNF dengan tekanan	153
Jadual 4.25	Hubungan korelasi NNF dengan tekanan	153
Jadual 4.26	Perbandingan min NNF dengan kumpulan panjang (m)	155

Jadual 4.27	Hubungan korelasi panjang dengan NNF	155
Jadual 4.28	Perbandingan min NNF domestik dengan pengguna domestik	157
Jadual 4.29	Hubungan korelasi NNF dengan pengguna domestik	157
Jadual 4.30	Perbandingan min NNF dengan pengguna komersial	159
Jadual 4.31	Hubungan korelasi NNF dengan pengguna komersial	159
Jadual 4.32	Anggaran Faedah-kos Perlaksanaan Kajian NRW bagi tahun 2014 hingga 2023	164
Jadual 4.33	Keputusan analisis nisbah faedah-kos (<i>BCR</i>), tempoh bayar balik (<i>Payback Period, PBP</i>) pulangan atas pelaburan (<i>Return on Investment, ROI</i>) dan Nilai kini bersih (<i>NPV</i>) perlaksanaan kajian NRW bagi tahun 2014-2023	166
Jadual 4.34	Pencapaian NRW (%) di kawasan bagi tahun 2014-2018	168
Jadual 4.35	Analisis SWOT Efisiensi Pengurusan NRW di Kawasan Kajian	170

SENARAI RAJAH

		Halaman
Rajah 1.1	Peratusan pencapaian NRW bagi tahun 2014 dan 2015 mengikut negeri-negeri di Malaysia	5
Rajah 1.2	Permasalahan pengurusan NRW secara tidak efisien	17
Rajah 2.1	Faktor mempengaruhi pengurangan NRW	34
Rajah 2.2	Strategi pengurangan NRW dan petunjuknya	41
Rajah 2.3	Bagaimana tahap ekonomi NRW ditentukan	45
Rajah 2.4	Model konseptual untuk tingkah laku yang berkaitan dengan air	58
Rajah 2.5	Faktor-faktor yang mempengaruhi penyertaan awam dalam mengurangkan NRW	61
Rajah 2.6	Kerangka konseptual untuk membangunkan model pengurusan NRW	62
Rajah 3.1	Kawasan kajian, Bechah Tendong	65
Rajah 3.2	Jumlah taburan hujan (mm) tahun 2014 hingga 2016 di stesen bukit tandak	68
Rajah 3.3	Jumlah taburan hujan (mm) tahun 2014 hingga 2016 di Rumah Pam Repek	69
Rajah 3.4	Jumlah taburan hujan (mm) tahun 2014 hingga 2016 di Rumah Pam Meranti	70
Rajah 3.5	Purata aliran sungai Kelantan (m^3/s) di stesen rumah kerajaan JPS, Meranti, Kelantan untuk tahun 2014 hingga 2016	71
Rajah 3.6	Proses analisis data	77
Rajah 4.1	Model isu-isu berkiatan NRW	96
Rajah 4.2	Carta hieraki isu NRW di kawasan kajian	97

Rajah 4.3	Pengetahuan tentang NRW	99
Rajah 4.4	Faktor penglibatan dalam NRW	102
Rajah 4.5	Kaedah pendidikan NRW	104
Rajah 4.6	Kekangan dalam NRW	106
Rajah 4.7	Isu pelaksanaan kerja	111
Rajah 4.8	Keputusan Ujian Tekanan Sifar (ZPT) Di Bechah Tendong	147
Rajah 4.9	Aliran dan tekanan semasa pelaksanaan pengurusan tekanan	149
Rajah 4.10	Aliran dan tekanan menunjukkan berlaku paip pecah	150
Rajah 4.11	Aliran dan tekanan sebelum dan selepas pembaikan paip pecah	151
Rajah 4.12	Hubungan NNF dengan tekanan	154
Rajah 4.13	Hubungan NNF dengan Panjang Paip	156
Rajah 4.14	Hubungan pengguna domestik dengan NNF	158
Rajah 4.15	Hubungan pengguna komersial dengan NNF	160
Rajah 4.16	Purata bacaan meter pengguna (m^3) sebelum dan selepas penukaran meter Under/Over Registration	162
Rajah 4.17	Model SOP komprehensif pengurusan NRW kawasan kajian	173

SENARAI LAMPIRAN

- 1.1 Surat kebenaran menjalankan penyelidikan di Syarikat Air Kelantan Sdn Bhd (AKSB)
- 3.1 Soalselidik Efisiensi Pengurusan Air Tidak Berhasil (NRW)
- 3.2 Gambar Injap Sempadan Dalam DMA Kajian
- 4.1 Laporan kesimpulan pengkodan mengikut kod
- 4.2 Hasil Analisis SPSS soalselidik
- 4.3 Analisis normaliti Bagi Pengetahuan Responden Terhadap Isu-Isu Pengurusan NRW menggunakan rajah histogram dan Plot Q-Q
- 4.4 Analisis normaliti Bagi Sikap Responden Terhadap Isu-Isu Pengurusan NRW menggunakan rajah histogram dan Plot Q-Q
- 4.5 Analisis normaliti Bagi Pengaruh Politik Terhadap Isu-Isu Pengurusan NRW menggunakan rajah histogram dan Plot Q-Q
- 4.6 Analisis normaliti Bagi Pengaruh Undang-Undang Terhadap Isu-Isu Pengurusan NRW menggunakan rajah histogram dan Plot Q-Q
- 4.7 Analisis normaliti Bagi Faktor Ekonomi Terhadap Isu-Isu Pengurusan NRW menggunakan rajah histogram dan Plot Q-Q
- 4.8 Analisis normaliti Bagi Faktor Teknikal Terhadap Isu-Isu Pengurusan NRW menggunakan rajah histogram dan Plot Q-Q
- 4.9 Data NNF dengan Jenis Paip
- 4.10 Data NNF dengan Panjang Paip
- 4.11 Data NNF dengan Pengguna Domestik
- 4.12 Data NNF dengan Pengguna Komersial
- 4.13 Data Penukaran meter *under registration*
- 4.14 Pengiraan indikator kewangan kajian NRW

- 4.15 Maklumat pendapatan dan perbelanjaan projek NRW bagi pengiraan indikator ekonomi
- 4.16 Jadual pengiraan FVIF untuk tempoh pelaksanaan projek
- 4.17 Pencapaian NRW (%) mengikut hari, bulan dan tahun di kawasan Kajian
- 4.18 Data mentah aliran masuk dari bacaan flowmeter di kawasan kajian

SENARAI SINGKATAN

AKSB	Air Kelantan Sdn Bhd
ASCE	<i>American Society of Civil Engineers</i>
AWER	Persatuan Penyelidikan Air dan Tenaga Malaysia
AWWA	<i>American Water Works Association</i>
BV	<i>Boundry Valve</i>
DMA	<i>District Metering Area</i>
EC	<i>European Commission</i>
EPU	Unit Perancang Ekonomi
FOMCA	Gabungan Persatuan-Persatuan Pengguna Malaysia
UPEN	Unit Perancang Ekonomi Negeri
IWA	<i>International Water Association</i>
LRA	Loji Rawatan Air
MWA	<i>Malaysia Water Association</i>
MWIG	<i>Malaysia Water Industry Guide</i>
NRW	Air Tidak Berhasil
OFWAT	<i>Water Services Regulation Authority</i>
SOP	Prosedur Piawaian Operasi
SPAN	Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara
SYABAS	Syarikat Bekalan Air Selangor
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>

**EFISIENSI PENGURUSAN AIR TIDAK BERHASIL (NRW) DI NEGERI
KELANTAN; KAJIAN KES BECHAH TENDONG**

ABSTRAK

Negeri Kelantan mencatatkan kadar NRW tinggi setiap tahun ke belakangan ini. Antara kawasan yang mencatat paras NRW tertinggi ialah Bechah Tendong dengan nilai 62%. Kajian ini bertujuan mengenalpasti permasalahan NRW, implikasi kewangan, menilai tahap kesedaran awam dan membangunkan SOP komprehensif. Analisis data kualitatif telah dilakukan menggunakan Perisian QSR Nvivo. Nisbah faedah-kos (BCR), Tempoh bayar balik (PBP), Pulangan atas pelaburan (ROI), Nilai kini bersih (NPV) digunakan bagi penilaian ekonomi. Hasil analisis Nvivo mendapati isu yang paling dominan dan memberi kesan besar dalam pelaksanaan NRW adalah berkaitan dengan pelaksanaan kerja, kekangan dalam melaksanakan kerja dan kontrak serta kurang kefahaman konsep pengurusan NRW yang menjadi isu besar kepada kegagalan pelaksanaan NRW dengan berkesan. Nilai indikator ekonomi yang diperolehi adalah BCR= 1.03, PBP = 9.32, ROI (%) = 6.40 dan NPV= RM 405,576.82. Berdasarkan analisis kolerasi, hubungan paling signifikan diperolehi di antara masalah sikap dan undang-undang dengan nilai pekali korelasi pearson, $r=0.364$. Hasil kajian menunjukkan paras NRW semasa berjaya dikurangkan sebanyak 17.35% iaitu daripada 62% menjadi 44.65% bagi tempoh 5 tahun (2014-2018). Kesimpulan, kajian ini mempunyai potensi untuk menjana pendapatan melalui penjimatan kepada pihak berkaitan. Seterusnya, merealisasikan hasrat keefisienan pengurusan NRW dicapai.

EFFICIENCY OF NON REVENUE WATER (NRW) MANAGEMENT IN THE STATE OF KELANTAN; CASE STUDY AT BECHAH TENDONG

ABSTRACT

State of Kelantan is recorded increasingly high NRW rate every year. Bechah Tendong is one of the area that show a high level of NRW which is 62%. The study aspires to identify problems, assessment of the implementation of NRW's management efficiency according to economic indicators, examine the NRW issues to public awareness and develop a comprehensive SOP in NRW management. Qualitative analysis is done by QSR Nvivo software. The Benefit-Cost Ratio (BCR), Payback Period (PBP), Return on Investment (ROI), and Net Present Value (NPV) is used for economic indicators. The findings using Nvivo show the most dominant issue and can effected in implimanating NRW reduction is work implementation, work constraint and contract and lack of understanding about NRW definition dan concept which is being the most important issues that contributed failer in implementing efficiency on NRW management. The value of BCR= 1.03, PBP =9.32, ROI (%)= 6.40 and NPV RM= 405,576.82.. Considering pearson analysis result, correlation between attitude and regulation is the highest relationship with $r=0.364$. The result of study show level of current NRW is decreased 10.40% from 62% to 51.60% for 5 year period (2014-2018). As a conclusion, this study has good potential to generate revenue through savings to related water utilities. Furthermore, the realization of the inclusiveness, sustainability and efficiency of NRW management is achieved.

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengurusan Sumber Air

Kajian sumber air negara yang pertama telah dijalankan oleh JICA (1982). Kebanyakannya menyentuh kepada aspek penawaran dan permintaan bekalan air. Kajian yang kedua iaitu *National Water Resources Study (2000-2050)* menyentuh aspek perancangan, pembangunan dan pengurusan sumber air untuk jangka waktu singkat, sederhana dan panjang (JPS, 2017b). Sebagaimana kajian pertama, kajian ini juga memberi fokus kepada pembekalan dan penggunaa air. Kerajaan telah memutuskan untuk mengkaji semula *National Water Resources Study (2000-2050)*. Aspek yang dikaji meliputi aspek pengurusan sumber air yang lebih meluas merangkumi penggubalan undang-undang dan sebagainya. Kajian ini juga menyentuh aspek *Decision Support System (DSS)* yang membantu proses membuat keputusan yang tepat dalam pengurusan sumber air terutama dari segi agihannya. Menurut Biswas & Tortajada (2010), pengurusan sumber air telah menjadi isu global utama. Manakala *Public Utilities Board* (2011), Kanakoudis & Tsitsifli (2010a, 2010b) dan Lai et.al. (2017) menyatakan, Air Tidak Berhasil (NRW) merupakan isu terpenting dalam pengurusan sumber air. NRW yang berlaku di seluruh dunia menunjukkan ketidakcekapan dalam pengurusan sumber air. Jumlah kehilangan air terawat adalah sangat tinggi di kebanyakan bandar di dunia. Menurut SWAN (2011), mengikut kajian NRW yang dilakukan oleh forum *Smart Water Networks (SWAN)* di bandar-bandar utama di dunia, 55.3% daripada 85 bandar yang dikaji mempunyai kadar NRW melebihi 20%. Frauendorfer & Liemberger (2010) menyatakan, di Asia,

jumlah NRW tahunan dalam utiliti air bandar dianggarkan sekitar 29 bilion m³. Jika diandaikan nilai harga air sebanyak USD0.30 bagi setiap m³, utiliti air di Asia mengalami kerugian hampir USD 9 bilion setahun. Sekiranya kerugian fizikal ini dapat dikurangkan separuh daripada paras tersebut, maka dapat membekalkan air terawat kepada 150 juta orang.

Menurut Gonzalez-Gomez, et al. (2011) dan Kanakoudis & Papadopoulou (2012), kehilangan air yang tinggi di bandar-bandar sekitar dunia disebabkan kekurangan kesedaran rakyat sebagai pengguna terhadap perkhidmatan air dan sebagainya. Bagi mengatasi permasalahan NRW yang berlaku, penyelidik telah mencadangkan beberapa strategi untuk mengawal NRW. Misalnya, Farley dan Liemberger (2005) telah mencadangkan pendekatan teknikal dan sosial seperti pembinaan *District Metering Area* (DMA) dan sumbangan masyarakat dalam melaporkan pembocoran paip awam. Di Malaysia, permasalahan NRW merupakan suatu isu yang utama dalam pengurusan sumber air (Teo, 2012). UPEN (2005) menyatakan, sasaran untuk mengurangkan NRW sehingga 30% menjelang 2010 seperti dinyatakan dalam Rancangan Malaysia ke-9 masih lagi jauh dari sasaran. Menurut SPAN (2015), walaupun NRW nasional telah menurun berbanding tahun 2000, namun nilai NRW semasa masih melebihi paras 20%. Menurut AWER (2012), jumlah NRW yang tinggi yang dilaporkan oleh SPAN ini menyebabkan anggaran kerugian mencecah RM4.9 bilion. Menurut SPAN (2017), purata kadar NRW di Malaysia meningkat kepada 35.2% pada tahun 2016 (<https://www.span.gov.my/article/view/non-revenue-water-nrw-2015-2016> Diakses 1 Nov 2018). Oleh itu, isu NRW nasional nampak bukan sahaja tidak selesai tetapi menjadi semakin serius.

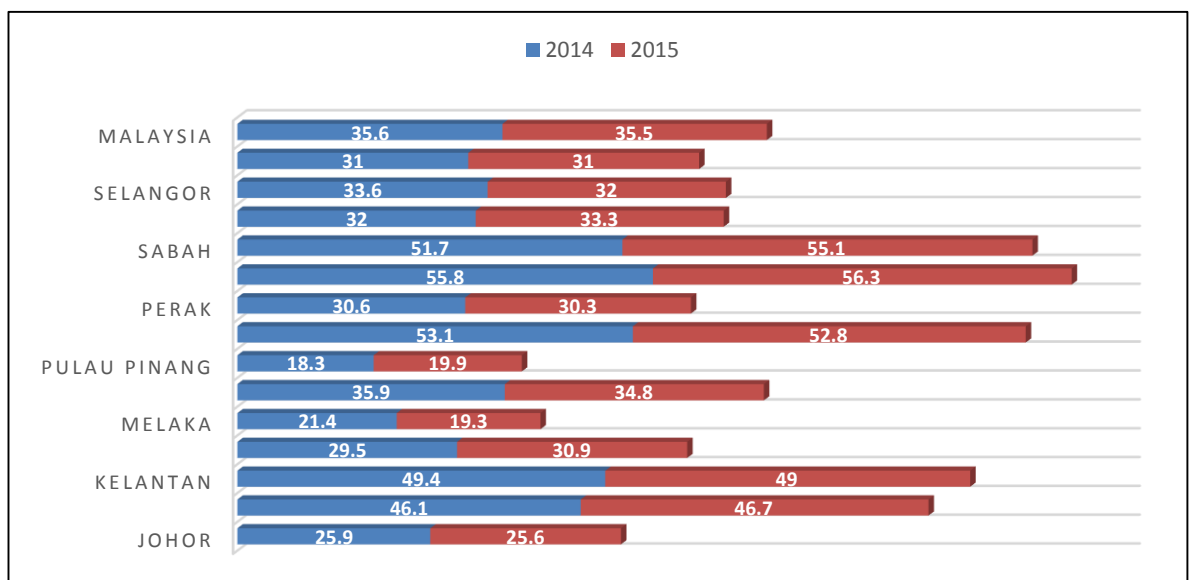
1.2 Definisi NRW

Menurut Cherian (2009) dan Charalambous & Hamilton (2011), langkah yang pertama dalam pengurusan NRW adalah sangat penting untuk menjelaskan apa yang dimaksudkan dengan NRW dalam Sistem Bekalan Air (WSS) bagi sesebuah utiliti bekalan air. Penggunaan istilah NRW dalam sistem bekalan air adalah merupakan satu konsep yang telah diperkenalkan oleh Persatuan Air Antarabangsa (IWA) yang juga dikenali sebagai Air yang tidak di kira (UfW). Menurut Lambert & Taylor (2010) dan Christodoulou et al. (2010), NRW secara umumnya bermaksud perbezaan antara pengeluaran bersih isipadu jumlah air yang dihantar ke sistem rangkaian bekalan air dan penggunaan air iaitu isipadu jumlah air yang boleh diambil kira oleh penggunaan yang sah, samada bermeter atau tidak. Jennsens (2005) dan IWA (2015) menyatakan, walaupun penakrifan NRW telah dikenalpasti, namun menentukan angka sebenar nilai NRW dalam sesebuah sistem retikulasi bekalan air boleh menjadi sangat sukar. Ini kerana penggunaan istilah ini boleh mengelirukan dalam sistem retikulasi bekalan air di mana bekalan air domestik bermeter, isipadu air yang digunakan perlu merangkumi jumlah air yang dibekalkan tanpa dikenakan sebarang bayaran seperti kegunaan awam untuk operasi memadamkan kebakaran, taman, tandas, pembersihan jalan-jalan dan sebagainya. Semua penggunaan air untuk tujuan kegunaan seperti di atas boleh di kira dan dimasukkan ke dalam angka penggunaan air. Sekali lagi, kekeliruan juga telah timbul di banyak negara di mana bekalan domestik tidak sepenuhnya bermeter. Menurut Singh et al. (2010) dan Romano & Guerrini (2011), di kebanyakan negara terdapat kecenderungan untuk menganggap semua NRW adalah sebagai air yang hilang tanpa direkodkan penggunaannya (yang bukan melalui kebocoran sahaja) dan disebabkan oleh

kerugian yang berlaku secara bukan fizikal akibat dari ketidaktepatan bacaan meter pengguna berpunca pada masalah meter yang digunakan dan juga kesalahan semasa pembacaan meter pengguna oleh pembaca meter selain penggunaan oleh industri walaupun kerugian tersebut boleh mewakili peratusan yang signifikan daripada jumlah keseluruhan pembekalan air kepada pengguna.

Menurut Lambert & McKenzie (2002), kesukaran untuk menentukan angka sebenar NRW adalah berpunca daripada kekurangan dalam melaksanakan strategi piawaian antarabangsa dalam menentukan keseimbangan air. Blokker (2010) dan Van Den Berg & Danilenko (2010) pula menyatakan, menyedari permasalahan yang berlaku dalam menghasilkan laporan mengenai imbangan air, kaedah dan petunjuk prestasi kebocoran yang berbeza oleh utiliti-utiliti bekalan air di seluruh dunia, IWA telah membangunkan istilah dan struktur imbangan air mengikut piawaian antarabangsa. Definisi NRW boleh ditakrifkan sebagai perbezaan antara jumlah isipadu air yang dibekalkan ke dalam sistem retikulasi bekalan air dan jumlah isipadu air yang dibenarkan dan dibilkan kepada pengguna dalam meter atau dengan perkataan lain penggunaan air secara bermeter. Rajah 1.1 menunjukkan peratusan pencapaian NRW bagi tahun 2014 dan 2015 mengikut negeri-negeri di Malaysia. Menurut MWIG (2016), pencapaian NRW bagi Malaysia pada tahun 2014 adalah sebanyak 35.6% di mana negeri yang mencatat NRW terendah adalah negeri Pulau Pinang iaitu sebanyak 18.3% manakala negeri Perlis mencatat NRW tertinggi sebanyak 55.8%. Pada tahun 2015 pula, pencapaian NRW bagi Malaysia mencatat penurunan sebanyak 0.1% iaitu 35.5%, di mana negeri yang mencatat NRW tertinggi adalah negeri Perlis dengan 56.3% manakala negeri Melaka mencatat peratusan NRW terendah iaitu 19.3%. Pencapaian NRW bagi Malaysia pada tahun 2014 bagi setiap sambungan setiap hari adalah 0.77m^3 di mana negeri yang mencatat NRW

terendah bagi setiap sambungan setiap hari adalah negeri Pulau Pinang iaitu sebanyak 0.32m^3 manakala negeri Sabah mencatat NRW yang tertinggi iaitu sebanyak 2.14m^3 . Pada tahun 2015 pula pencapaian NRW bagi Malaysia mencatat penurunan sebanyak 0.1% iaitu 0.76m^3 di mana negeri yang mencatat NRW tertinggi adalah negeri Sabah dengan 2.05m^3 manakala negeri Melaka mencatat peratusan NRW terendah iaitu 0.33m^3 . Bagi pencapaian NRW setiap kilometer paip setiap hari pada tahun 2014, Malaysia mencatatkan 39m^3 di mana negeri yang paling tinggi NRW adalah Perlis dengan 64m^3 manakala Johor mencatat NRW terendah dengan 20m^3 . Secara umumnya terdapat penurunan NRW di setiap negeri pada tahun 2015 berbanding tahun sebelumnya. Penurunan yang berlaku berpunca daripada tahap kesedaran yang semakin tinggi mengenai kepentingan dalam mengurangkan NRW bagi memastikan pengurusan sumber air dapat dilaksanakan dengan berkesan dan mencapai matlamat disamping pelaksanaan pengurusan NRW secara efisien.



Rajah 1.1: Peratusan NRW bagi tahun 2014 dan 2015 mengikut negeri-negeri di Malaysia (MWIG, 2016).

Menurut Padfield et al. (2014), Malaysia boleh menghadapi masalah kekurangan air walaupun mempunyai sumber air yang banyak akibat kelemahan pengurusan sumber air semasa. Kajian yang dijalankan juga mengenalpasti masalah infrastruktur bekalan air seperti loji, tangki dan sistem perpaipan yang semakin berusia sebagai salah satu masalah yang menyumbang kepada NRW. Paras NRW yang tinggi antara 30 hingga 60% sebagai masalah utama dalam pengurusan sumber air secara cekap. Piarapakaran (2011) dan Coockey et al. (2016) menyatakan, isu NRW yang telah menyebabkan berlakunya kekurangan bekalan air terawat kepada pengguna telah mendapat perhatian yang serius di Malaysia sehingga terdapat NGO seperti *Association of Water and Energy Research Malaysia* (AWER) telah mencadangkan supaya diwujudkan badan pengurangan NRW nasional. Lai et al. (2015) pula menyatakan, NGO lain seperti *Water Watch Penang* juga telah memberi amaran tentang kerugian yang dialami oleh sektor pembekalan air NRW tinggi. Menurut IWA (2014), dalam membuat penilaian pencapaian NRW secara keseluruhan, beberapa kriteria digunapakai seperti penilaian mengikut jumlah sambungan pengguna dan juga setiap panjang paip.

1.3 Pengurusan NRW Secara Efisien

Pengurusan NRW secara efisien adalah berbeza berbanding pengurusan NRW mengikut prosidur biasa di mana melibatkan pelbagai aspek samada teknikal dan sosial dan menggunakan piawaian penilaian NRW yang ditetapkan pada peringkat antarabangsa oleh IWA. Menurut Frauendorfer & Liemberger (2010) dan SPAN (2011), permasalahan NRW menjadi suatu isu yang hangat diperkatakan terutama dalam merangka program pengurangan NRW secara efisien. Alegre et al. (2006) dan Lambert (2008) pula menyatakan, pengurusan NRW secara efisien

melibatkan pelbagai bidang yang memerlukan penekanan yang sewajarnya melalui beberapa pendekatan dan penilaian yang perlu diambil samada di peringkat pengurusan mahupun semasa pelaksanaan kerja di tapak. Menurut Clark (2012) dan Zakaria et al. (2013), pengurusan NRW perlu diberi penekanan yang sewajarnya merangkumi pengenalanpastian permasalahan NRW yang berlaku, faktor yang mempengaruhi kepada permasalahan berkenaan dan juga cadangan langkah penyelesaian. Luan (2010) dan Jalalkamali & Eftekhari (2012) pula menyatakan, pelbagai badan antarabangsa telah memberi penumpuan yang serius ke arah mencapai pengurusan NRW secara efisien bertujuan untuk mengurangkan masalah kehilangan air yang berlaku yang mana boleh menjejaskan kehidupan masyarakat serta ekonomi sesebuah negara. *Smart water Network Forum* (2011) menunjukkan antara negara yang berjaya melaksanakan pengurusan NRW secara efisien adalah Singapura yang mana paras NRW kurang dari 5%, Tokyo dan Osaka di Jepun sebanyak 8% dan 7.0%, Vienna di Austria sebanyak 8.5%, San Diego di Amerika sebanyak 8.0%, Melbourne di Australia sebanyak 3.0%, Copenhagen di Denmark sebanyak 4.0% dan Lublin di Poland sebanyak 10%. Berbanding Ong & Rodil (2012) dan Zakaria et al. (2014) yang menyatakan, pengurusan NRW yang sistematik adalah sangat penting kerana boleh mengelakkan berlakunya pembaziran sumber air yang melibatkan banyak kerugian terpaksa di tanggung oleh utiliti bekalan air disamping boleh mengurangkan berlakunya kes-kes NRW seperti tekanan air rendah, paip pecah dan bocor dan sebagainya.

Menurut Zakaria et al. (2013) dan Lambert et al. (2014), pengurangan NRW dapat mengelakkan berlakunya pembaziran seterusnya memberikan impak kewangan positif kepada pihak utiliti bekalan air dan yang paling utama dapat memenuhi permintaan pengguna. Zakaria et al. (2013) juga menyatakan, bilangan penduduk yang

semakin bertambah saban tahun, proses perbandaran yang begitu pesat, pertumbuhan kawasan-kawasan perindustrian yang semakin rancak serta meningkatnya globalisasi telah menuntut kepada perubahan dalam pengurusan NRW pada hari ini. Jumlah penduduk dunia pada 1 Julai 2015 adalah sebanyak 7.24 billion orang atau pertambahan sebanyak 1.12% dari tahun sebelumnya. UNWater (2012) pula melaporkan, pengurusan NRW yang efisien boleh menghasilkan impak yang besar kepada kelangsungan hidup masyarakat di seluruh dunia di samping untuk menghargai kepentingan wujudnya sumber air di sesebuah kawasan bagi membekalkan air kepada pengguna. Permasalahan NRW telah menjadi tumpuan utama dalam pelaksanaan program-program NRW samada pada peringkat pengurusan mahupun semasa pelaksanaan kerja di tapak.

Permasalahan berkenaan telah mewujudkan satu kesedaran yang tinggi tentang kepentingan NRW samada pada peringkat perancangan pelaksanaan program NRW mahupun yang lebih penting semasa pelaksanaan kerja di tapak. Menurut Millock & Nauges (2010) dan Syaiful (2011), perdebatan berkaitan permasalahan NRW juga telah dapat meningkatkan bilangan penyelidikan dalam bidang berkenaan dalam usaha untuk mencari kaedah yang paling sesuai dengan kos yang optima dalam menyelesaikan isu-isu yang melibatkan NRW disamping dapat mengekalkan sumber air untuk keperluan pengguna. Alkassih et al. (2013) pula menyatakan, program pengurangan NRW sangat diperlukan terutama di kawasan yang mengalami masalah bekalan air yang terhad dan sering terganggu disebabkan oleh faktor-faktor seperti kekurangan sumber air akibat pembangunan kawasan yang pesat dengan penambahan jumlah pengguna yang drastik dan juga masalah berlakunya kehilangan air yang tidak dapat dielakkan semasa proses pembekalan air kepada pengguna. Menurut Saez-Fernandez et al. (2011), kegagalan dalam

mengurangkan NRW telah menyebabkan pelbagai pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung seperti pihak berkuasa air negeri menjadi semakin bimbang dengan keadaan kehilangan air yang berlaku terutamanya sekiranya pendekatan yang digunapakai adalah tidak berkesan atau sangat perlahan dalam usaha mengurangkan isu-isu NRW. Berbanding dengan Lai et al. (2017) yang menyatakan permasalahan NRW seolah-olah tidak ada penghujung juga akan menyebabkan pengguna hilang keyakinan dalam keupayaan pihak utiliti bekalan air untuk memenuhi keperluan mereka.

Menurut Babel et al. (2010) dan Gonzalez-Gomez et al. (2012), kegagalan dalam mengurangkan NRW boleh memberikan kesan negatif kepada kemampuan kewangan sesebuah utiliti bekalan air disebabkan terpaksa membuat pelaburan modal yang besar dalam penukaran paip lama dan usaha meningkatkan perkhidmatan kepada pengguna. Pembocoran paip juga boleh mengganggu pembekalan air kepada pengguna yang menjejaskan imej utiliti. Menurut Boulos & AbouJaoude (2011) dan Bragalli et al. (2012) pula, permasalahan NRW seperti gangguan bekalan air, tekanan air yang rendah serta masalah kutipan bil yang rendah antara perkara yang menyebabkan peningkatan NRW. Kanakoudis et al. (2013a, 2013b) menyatakan, memandangkan pengurusan NRW adalah sangat penting dalam memastikan keberkesanan pembekalan air kepada pengguna dapat dicapai, maka amat perlu untuk mempertimbangkan pelbagai pendekatan baru dengan disertai kajian secara berterusan dalam pengurusan NRW untuk memastikan keperluan pengguna dan objektif keuntungan utiliti bekalan air dapat dicapai. Menurut Bridgeman (2011) dan Kanakoudis et al. (2015), masih banyak utiliti bekalan air yang gagal dalam memenuhi keperluan pengguna yang semakin mendesak terhadap bekalan air terawat kerana ketidakupayaan badan berkenaan menangani masalah NRW.

Terdapat utiliti bekalan air yang mampu untuk membekalkan air bersih yang mencukupi pada peringkat pengeluaran air di Loji Rawatan Air (LRA) tetapi berpunca daripada masalah NRW telah mengakibatkan air yang dikeluarkan dari LRA berkenaan mengalami masalah kehilangan air secara tidak terkawal yang akhirnya menyebabkan gangguan bekalan air kepada pengguna. Menurut Kouziakis et al. (2013) dan Kanakoudis et al. (2013a, 2013b), penyelesaian permasalahan NRW memerlukan pendekatan yang pelbagai seperti aspek teknikal melibatkan pelaksanaan pembentukan DMA dan juga kemanusiaan terutamanya melibatkan golongan yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan kerja di tapak seperti kontraktor dan tukang paip. Golongan berkenaan perlu dengan lebih aktif menyertai pelbagai perancangan yang dijalankan oleh pihak utiliti bekalan air berkaitan dalam usaha mencari jalan penyelesaian bagi memastikan permasalahan NRW dapat dikurangkan dengan mengubah tingkah laku mereka dalam melibatkan diri dengan memberikan idea dan pandangan tentang permasalahan NRW terutamanya dalam peringkat pelaksanaan kerja di tapak seperti mematuhi Prosedur Operasi Standard (SOP) yang dikuatkuasakan. Menurut Hasnul & Normayasuria (2011), menyedari akan kepentingan mengurangkan NRW dalam sistem bekalan air, negara-negara di dunia telah mula mengorak langkah untuk melihat semula dengan sewajarnya pendekatan pengurusan NRW yang diguna pakai selain mengambil langkah untuk mengubahsuai pendekatan semasa yang dilaksanakan oleh mereka kepada penggubalan dan pelaksanaan dasar untuk program pengurusan NRW bagi mengurangkan kadar kehilangan air yang dialami oleh utiliti bekalan air di negara berkenaan seperti dinyatakan oleh. Manakala Arregui et al. (2010) dan Barfuss (2011) menyatakan, isu-isu NRW perlu diberi perhatian sewajarnya bagi kepentingan

untuk mengekalkan sumber air di samping memastikan pembekalan air kepada pengguna mencapai objektif yang ditetapkan.

Menurut SPAN (2014), permasalahan NRW bukan sahaja boleh menjejaskan daya maju negara dalam mengorak langkah ke hadapan malah yang lebih merisaukan adalah keadaan tersebut boleh mengancam kesinambungan pembekalan air kepada pengguna. Memandangkan permasalahan NRW adalah sangat penting, kita perlu untuk mempertimbangkan pelbagai pendekatan baru dengan disertai kajian secara berterusan dalam pengurusan NRW bagi tujuan memastikan kecekapan dalam sistem pengurusan bekalan air kepada masyarakat keseluruhannya dapat dilaksanakan. Cabrera et al. (2010) dan Lenzi et al. (2014) menyatakan, pengurusan NRW secara efisien melibatkan pelbagai faktor yang perlu diberikan penekanan iaitu merangkumi aspek kemanusiaan melibatkan penglibatan masyarakat awam dan juga teknikal seperti mewujudkan zon bekalan air dan pemantauan tekanan semasa.

Kelantan merupakan salah sebuah negeri di Malaysia yang mengalami masalah NRW yang serius. Menurut Jabatan Perangkaan Negeri Kelantan (2013), anggaran penduduk di negeri Kelantan pada tahun 2016 adalah 1,745.2 juta orang berbanding 1,589.9 juta orang pada tahun 2010. Pertambahan bilangan penduduk ini memerlukan pengurusan NRW yang efisien bagi memastikan masalah bekalan air kepada pengguna tidak berlaku. Menurut SPAN (2013), di negeri Kelantan, pengurusan bekalan air dan apa-apa perkara berkaitan pembekalan air bersih dan terawat adalah berada dalam tanggungjawab utiliti bekalan air yang ditubuhkan di bawah kerajaan negeri Kelantan. Budds & McGranahan (2003) dan AKSB (2015) menyatakan, pembangunan yang pesat dan ditambah dengan peningkatan jumlah pengguna sudah semestinya memerlukan pertambahan dalam pengeluaran air untuk

memenuhi penggunaan dan keperluan pengguna. Menurut AKSB (2015), permasalahan NRW di Kelantan lebih kepada cabaran pelaksanaan program pengurusan NRW secara efisien. Sistem agihan terdiri daripada retikulasi paip air yang mana telah berusia. Kebanyakan sistem retikulasi adalah terdiri daripada paip jenis *Asbestos Cement* (AC) yang mana sudah menjangkau usia puluhan tahun yang mana mudah berlaku kebocoran dan pecah yang mana boleh menyumbang kepada berlakunya masalah NRW yang tinggi. Hathi (2011) dan IWA (2014) menyatakan, masalah utama dalam menyumbang kepada permasalahan NRW adalah kebocoran sistem retikulasi paip lama terutamanya kebocoran pada paip penyambung, *Ferulle & Saddle* dan pada injap paip. SPAN (2014) menunjukkan paras NRW di negeri Kelantan adalah pada 55%. AKSB (2015) pula menunjukkan pihak utiliti bekalan air menerima banyak laporan berkaitan NRW seperti paip bocor, pecah, tekanan rendah dan kualiti yang rendah.

Menurut MWGI (2016), Malaysia mempunyai pelbagai jenis bahan paip dalam sistem retikulasi bekalan air. Peratusan jenis paip bagi Malaysia pada tahun 2014 adalah *Asbestos Cement* (AC) sebanyak 30.8% dengan panjang 43,470km , *Mildsteel* (MS) 28.2% dengan panjang 39,809km , *Cast Iron* (CI) 0.6% dengan panjang 835km, *Ductile Iron* (DI) 7.8% dengan panjang 11,053km, *Polyethylene* (PE) 16.7% dengan panjang 23,588km, *Polyvinylchloride* (uPVC) 14.6% dengan panjang 20,644km dan lain-lain merangkumi *Galvanise Iron* (GI) dan *Acrylonitrile Butadiene* (ABS) masing-masing 1.3% dengan panjang 1,787km. Jumlah keseluruhan panjang paip bagi tahun 2014 adalah 141,206km. Kelantan merupakan negeri yang mempunyai paip jenis AC yang paling banyak iaitu 69.1%. Peratusan jenis paip bagi Malaysia pada tahun 2015 adalah AC sebanyak 29.7% dengan panjang 42,976km, MS 28.7% dengan panjang 41,431km, CI 0.6% dengan panjang

835km, DI 7.9% dengan panjang 11,435km, PE 17.3% dengan panjang 24,970km, uPVC 14.5% dengan panjang 21,004km dan lain-lain merangkumi GI dan ABS masing-masing 1.3% dengan panjang 1,787km. Kelantan merupakan negeri yang mempunyai paip jenis AC yang paling banyak iaitu 57.7%.

1.4 Permasalahan Kajian

Pengawalan kadar NRW secara efisien di Bechah Tendong, Pasir Mas, Kelantan adalah sangat penting, kritikal dan perlu dilakukan kerana masalah NRW di kawasan kajian adalah di peringkat yang memerlukan perhatian yang serius disebabkan tiadanya tindakan yang berkesan diambil bagi mengurangkan NRW yang tinggi. Antara faktor yang sering menyumbang kepada NRW tinggi ialah tiada peruntukan kewangan yang mencukupi bagi pelaksanaan kerja-kerja pengurangan NRW dan ketiadaan kesedaran dikalangan pekerja, kontraktor, tukang paip dan masyarakat awam mengenai kepentingan NRW. Menurut Soto-Garcia et al. (2013), pelaksanaan pengurangan NRW pula tidak mengikut kaedah yang betul dan dicadangkan oleh IWA menyebabkan NRW masih tidak dapat di kurangkan.. Kelemahan yang diperhatikan dalam melaksanakan pengurusan NRW secara efisien di kawasan kajian boleh di pecahkan kepada 2 aspek utama iaitu aspek teknikal dan aspek kemanusiaan. Aspek teknikal melibatkan tiada pelaksanaan program pengurangan NRW mengikut kaedah yang betul seperti pembentukan dan pemantauan DMA bagi menjalankan program pengesanan kebocoran, pemantauan tekanan dan kerja-kerja pembaikan kebocoran yang berlaku. Menurut Venkatesh (2011) dan IWA (2015), pembentukan DMA adalah sangat penting dan merupakan antara kriteria utama dalam pengurusan NRW secara efisien. Aspek kemanusiaan melibatkan golongan yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan pengurusan

NRW di tapak seperti pihak kontraktor dan tukang paip. SPAN (2014) menyatakan, isu yang berlaku dimana golongan tersebut melaksanakan kerja NRW ditapak seperti kerja sambung silang (*T-Off*) dan juga menebuk paip (*Tapping*) tanpa mengikut SOP yang ditetapkan disamping hasil kerja yang tidak mengikut hasil yang dikehendaki. Syarat dan keperluan pihak berkuasa juga tidak dapatuhi seperti keperluan permit Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN) untuk kontraktor dan tukang paip.

Menurut SPAN (2016b), kadar NRW di negeri Kelantan adalah serius sebab mencatat kadar 49.4 % pada tahun 2016 (<https://www.span.gov.my/article/view/non-revenue-water-nrw-2015-2016> Diakses 1 Nov 2018). Menurut AKSB (2013), peratusan NRW di Bechah Tendong sangat tinggi iaitu melebihi 62%. Data ini diperoleh melalui pengiraan NRW secara umum di kawasan kajian menggunakan Perisian *DMA Demand Cal*. Menurut SPAN (2016a), peratusan NRW yang tinggi telah menyebabkan kerugian yang besar kepada utiliti bekalan air sehingga jutaan ringgit. Selain itu, pengurusan NRW yang tidak efisien di kawasan kajian juga telah melibatkan berlakunya gangguan kepada pengguna seperti tekanan air rendah, berlaku banyak kes kebocoran dan paip pecah yang mana boleh memberikan impak sosial kepada pengguna. Menurut SPAN (2015) dan SPAN (2016a), pengurusan NRW secara efisien mempunyai cabaran yang begitu besar untuk dilaksanakan disebabkan faktor seperti pihak utiliti bekalan air mempunyai kekangan dari segi kewangan yang mana perlu lebih berhati-hati dalam membelanjakan peruntukan yang dibuat bagi memastikan setiap duit yang dilaburkan mendapat pulangan yang sewajarnya. AKSB (2015) menyatakan, pelaburan yang dibuat adalah hasil pinjaman dari kerajaan persekutuan dan perlu dibayar balik mengikut tempoh yang ditetapkan. Bechah Tendong masih mempunyai sistem rangkaian paip yang lama dan memerlukan penambahbaikan yang selari dengan penambahan pengguna. ermintaan

penggunaan air yang makin meningkat di Bechah Tendong juga merupakan cabaran yang perlu dihadapi. Ini adalah kerana masalah NRW yang berlaku seperti kes-kes kebocoran dan tekanan rendah akan mengganggu kepada usaha untuk memenuhi keperluan permintaan tersebut.

Menurut Cabrera et al. (2011), *Alliance for Water Efficiency* (2012) dan Miya (2013), pelbagai masalah NRW bukan sahaja memberi kesan yang buruk kepada perkhidmatan bekalan air kepada pengguna malahan juga kepada operasi pengurusan utiliti bekalan air berkenaan di mana boleh menyebabkan berlakunya kerugian kepada air yang hilang seterusnya berlakunya kerugian kepada operasi syarikat. McKenzie et al. (2012) menyatakan, NRW yang tidak terkawal memberi kesan kepada jangka hayat sistem retikulasi paip dimana paip lama dan berusia mudah bocor seterusnya pecah yang mana akan melibatkan peruntukan sangat besar untuk melaksanakan program penukaran paip. Tekanan air yang rendah menyebabkan pengguna mengalami masalah gangguan bekalan air yang mana menjejaskan aktiviti kehidupan harian mereka. Venkatesh & Brattebo (2011) pula menyatakan masyarakat awam yang terdedah secara berterusan kepada sesuatu masalah akan memberikan impak sosial yang tinggi kepada kehidupan mereka yang mana pada akhirnya boleh menjejaskan produktiviti mereka seterusnya memberikan kesan kepada pembangunan Negara. Menurut AKSB (2012), Bechah Tendong adalah merupakan antara kawasan yang mempunyai NRW paling tinggi di Kelantan. *Africa Development Bank* (2011) menunjukkan program pengurusan NRW sering kali gagal mencapai objektif yang ditetapkan oleh pihak utiliti bekalan air yang berkenaan disebabkan kurangnya pengetahuan mengenai kaedah pelaksanaan serta mempertimbangkan faktor-faktor mempengaruhinya. AKSB (2014) turut menyatakan pelaksanaan program pengurangan NRW melalui pendekatan aspek

kejuruteraan semata-mata dilihat masih gagal dalam mengurangkan NRW di negeri Kelantan. Walaupun pelaksanaan kerja-kerja penggantian paip lama, pembaikan kebocoran dan sebagainya namun NRW adalah masih tinggi. Liemberger (2010) pula menyatakan, pengurangan NRW dalam pembekalan air kepada pengguna menuntut kepada pelaksanaan program pengurusan NRW yang lebih efisien melalui pendekatan melibatkan juga aspek kemanusiaan yang merangkumi kesedaran di kalangan golongan kontraktor dan tukang paip serta masyarakat awam itu sendiri di samping melihat kembali dasar dan peraturan sediaada yang digunapakai oleh utiliti bekalan air.

1.5 Kelemahan Pengurusan NRW Sediada

Rajah 1.2 menunjukkan kelemahan yang berlaku akibat tiada pelaksanaan pengurusan NRW secara efisien. Kitar negatif NRW menunjukkan apabila berlaku peningkatan NRW, utiliti bekalan air berhadapan dengan peningkatan kos pengeluaran air yang mana meningkatkan lagi perbelanjaan utiliti berkenaan. Walau bagaimanapun bacaan jumlah penggunaan oleh pengguna tidak meningkat walaupun kos pengeluaran bertambah. Akibat keadaan tersebut secara langsung memberikan kesan kepada pendapatan pihak utiliti bekalan air seterusnya menyebabkan perbelanjaan OPEX akan dikurangkan. Keadaan berlaku di utiliti bekalan air yang dterlibat dalam kajian. Menurut Economist (2011), sekiranya berlaku peningkatan NRW berlaku peningkatan disebabkan faktor-faktor seperti paip pecah, bocor, tekanan rendah dan sebagainya, ini memerlukan langkah-langkah segera diambil bagi mengatasi masalah berkenaan. Berbanding De Paola et al. (2014) yang menyatakan, jika pengurusan NRW secara efisien tidak dilaksanakan, mengakibatkan utiliti bekalan air berkenaan berhadapan dengan peningkatan kepada

keperluan pengguna yang memerlukan bekalan air disebabkan pembekalan air yang berhadapan dengan masalah NRW seperti di atas. Frauendorfer & Liemberger (2010) pula menyatakan, kegagalan dalam membekalkan air mengikut keperluan pengguna telah menyebabkan jumlah hasil air (*revenue water*) berkurang. Keadaan ini sudah tentu menyebabkan pendapatan utiliti air berkenaan berkurang seterusnya menyebabkan perbelanjaan CAPEX dan OPEX terpaksa dikurangkan. Kitar positif NRW menunjukkan apabila terdapat peningkatan dalam pelaburan strategi NRW, paras NRW akan menurun seterusnya berlakunya peningkatan efisiensi dalam pengurusan NRW dan akhirnya peningkatan keuntungan kepada utiliti bekalan air.



Kitar Negatif NRW

Kitar Positif NRW

Rajah 1.2: Permasalahan pengurusan NRW secara tidak efisien (Liemberger & Farley, 2004)

1.6 Masalah NRW

NRW dibahagikan kepada dua komponen utama, iaitu fizikal dan komersial kerugian. Kehilangan fizikal adalah disebabkan oleh faktor-faktor berikut: a) paip

pecah b) kebocoran terutamanya paip AC lama. Punca utama kehilangan fizikal yang tinggi di seluruh negara diiktiraf disebabkan oleh kebocoran lama dan paip-paip simen asbestos yang *broken-down*. MWIG (2016) menunjukkan antara penyumbang utama permasalahan NRW di Malaysia adalah kes kebocoran dan paip pecah dengan jumlah kes dilaporkan pada tahun 2014 dan 2015 adalah masing-masing sebanyak 456,954 dan 436,752 diikuti masalah meter iaitu masing-masing sebanyak 127,414 dan 131,104. Keadaan yang sama turut berlaku di negeri-negeri dimana kes paip bocor dan pecah serta masalah meter menjadi penyumbang utama masalah NRW yang berlaku. Menurut Cole & Stewart (2013), kehilangan komersial melibatkan kes bacaan meter yang tidak tepat, kecurian air dan penyelenggaraan sistem bekalan air melalui paip mengepam selepas kerja membaiki kebocoran, takungan kering dan kegunaan bomba. Menurut MWIG (2016), dari segi usia meter, di Malaysia pada tahun 2014 meter yang berusia 0-7 tahun dan melebihi 7 tahun adalah sebanyak 78.3% dan 21.7% iaitu merangkumi 5,734,133 dan 1,586,514. Pada tahun 2015, meter berusia 0-7 tahun dan melebihi 7 tahun adalah sebanyak 79.8% dan 20.2% iaitu merangkumi 6,051,001 dan 1,526,315 buah meter. Negeri Perlis mencatat peratusan meter berusia melebihi 7 tahun tertinggi dengan 62.6%.

Menurut AKSB (2012), NRW yang tinggi di Bechah Tendong telah menyebabkan kerugian kepada sumber air di Pasir Mas yang mana bergantung kepada sumber air permukaan iaitu Sungai Kelantan yang mana akan mengalami masalah bekalan air pada musim kemarau di samping telah menyebabkan utiliti bekalan air negeri mengalami kerugian hampir RM 5 juta setiap tahun. Peratusan NRW yang begitu tinggi telah menjejaskan kebolehpercayaan pengguna di kawasan berkenaan kepada kecekapan utiliti bekalan air berkenaan dalam menguruskan pembekalan air. Peratusan NRW yang melebihi 50% juga menunjukkan

ketidakcekapan utiliti bekalan air dalam pengurusan sistem bekalan air secara efisien. Berbanding Lai et al. (2013) yang menyatakan, NRW yang tinggi memerlukan kajian segera dengan melaksanakan pengurusan NRW secara lebih efisien yang merangkumi pelbagai aspek

1.7 Kepentingan Kajian

Menurut Farley (2010) dan SPAN (2014), pengurusan NRW secara efisien sangat penting dalam sistem retikulasi bekalan air. Menurut Fontanazza (2013), peratusan NRW yang tinggi dalam pengurusan sistem bekalan air adalah berpunca daripada utiliti bekalan air yang beroperasi dengan tidak melaksanakan langkah pengurangan NRW secara sistematik seperti tidak mempunyai pekerja yang mempunyai sikap akauntabiliti yang tinggi, pengalaman teknikal yang tidak mencukupi serta ketiadaan atau sedikitnya kemahiran pengurusan yang dimiliki juga dapat mempengaruhi keadaan tersebut. Berbanding SPAN (2015), menunjukkan kurangnya pelaksanaan pemantauan pengurusan aset yang baik serta ketiadaan pelaksanaan polisi dan peraturan yang telah dikuatkuasakan bagi tujuan pengurangan NRW antara faktor yang mempengaruhi kegagalan dalam pelaksanaan pengurusan NRW secara efisien. Liemberger (2010) dan Kanakoudis et al. (2011b) pula menyatakan langkah pengurangan NRW adalah sangat diperlukan dan mesti dilaksanakan dalam usaha untuk mengurangkan peratusan NRW di negeri Kelantan. Hal ini menggambarkan bahawa untuk mewujudkan pengurusan NRW di negeri Kelantan adalah memerlukan penekanan dan perubahan yang sewajarnya termasuk dengan menjalankan penyelidikan bagi menghasilkan kaedah pengurusan NRW yang lebih sistematik. Menurut Kanakoudis et al. (2011a) dan AKSB (2013), menunjukkan kepentingan dalam mewujudkan pengurusan NRW secara efisien

bertujuan untuk menjamin perkhidmatan bekalan air yang lebih baik, efisien disamping dalam usaha menjaga sekuriti dan sumber air secara mapan. AKSB (2012) pula menunjukkan, banyak kajian yang berkaitan dengan permasalahan dalam sistem bekalan air terutamanya dalam pengurusan NRW secara efisien termasuk *feasibility studies* yang dijalankan dalam usaha merangka satu pelan induk untuk memperbaiki sistem pengurusan NRW di negeri Kelantan.

1.8 Persoalan Kajian

Kajian ini adalah bagi melaksanakan cadangan pengurusan NRW secara efisien di Bechah Tendong dengan penekanan kepada mencapai objektif-objektif yang ditetapkan dengan membuat penambahbaikan kepada pendekatan dan model yang sediaada dan mencadangkan pendekatan baru yang perlu dilaksanakan bagi mengurangkan NRW di kawasan kajian. Untuk mencapai kepentingan kajian ini, beberapa soalan kajian yang melibatkan permasalahan dalam pelaksanaan pengurusan NRW secara efisien akan diutarakan sebagai soalan kajian dan akan digandingkan dengan beberapa soalan tambahan usaha mewujudkan suatu model pengurusan NRW yang efisien dalam sistem bekalan air di Bechah Tendong, antaranya:

- 1) Apakah keadaan semasa dan strategi pengurusan untuk menangani Air Tidak Berhasil (NRW) di negeri Kelantan?
- 2) Sejauh mana permasalahan pengurusan NRW boleh menjejaskan keseluruhan prestasi utiliti bekalan air di negeri Kelantan?
- 3) Bagaimana strategi semasa pengurusan NRW dapat diperbaiki

Kajian akan mencari penyelesaian kepada soalan-soalan kajian di atas dengan menilai dan menganalisis kewujudan pendekatan sediaada dalam pengurusan NRW secara efisien yang digunapakai oleh utiliti bekalan air negeri, melihat dasar-dasar dan peraturan sediaada dalam sistem pengurusan bekalan air yang melibatkan usaha mengurangkan NRW, kualiti pengurusan dan perkhidmatan pembekalan air, keberkesanan dan kecekapan utiliti bekalan air dalam melaksanakan SOP terutama melibatkan pihak kontraktor dan tukang paip yang melaksanakan kerja NRW di tapak.

1.9 Objektif Kajian

- 1) Mengkaji, memahami, mengenalpasti dan menilai isu dan masalah utama dalam pengurusan NRW di negeri Kelantan.
- 2) Menilai perlaksanaan efisiensi pengurusan NRW mengikut indikator ekonomi di kawasan kajian
- 3) Mengkaji hubungan faktor masalah NRW terhadap tahap kesedaran awam di kawasan kajian.
- 4) Membangunkan SOP komprehensif yang mengabungkan indikator ekonomi dan penglibatan masyarakat awam dalam pengurusan NRW di negeri Kelantan.

1.10 Hipotesis Kajian

Kajian ini mempunyai hipotesis-hipotesis seperti berikut:

Ho1: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan di antara skor min faktor masalah NRW dengan kumpulan umur, bangsa, agama, faktor pendidikan, faktor pengalaman, faktor pendapatan dan faktor kelayakan.

Ho2: Tidak terdapat hubungan yang signifikan di antara faktor tahap pengetahuan responden, faktor sikap, faktor politik, faktor undang-undang, faktor ekonomi dan faktor teknikal dengan faktor-faktor yang dikaji iaitu umur, bangsa, agama, purata pendapatan, pendidikan, kelayakan kontraktor/tukang paip, pengalaman menjadi kontraktor/tukang paip dan Adakah NRW dapat diatasi di Bechah Tendong?.

Ho3: Tidak terdapat hubungan yang signifikan di antara faktor-faktor yang dikaji iaitu pengetahuan NRW, sikap, politik, undang-undang, ekonomi, teknikal, umur, pendapatan dan pendidikan.

Andaian

Andaian dalam kajian ini adalah:

- 1) Pengurusan NRW secara efisien dapat meningkatkan penggunaan bekalan air di samping memastikan kelestarian sistem pengurusan bekalan air secara berterusan
- 2) Pengurusan NRW secara efisien dalam sistem bekalan air adalah sangat penting untuk memastikan kemampanan sistem bekalan air secara berkekalan.
- 3) Pengurusan NRW secara efisien melibatkan gabungan kedua-dua aspek teknikal dan juga kemanusiaan yang mana kedua-duanya akan mempengaruhi sejauhmana keberkesanan pelaksanaan program pengurangan NRW yang menjadi tanda aras tahap pencapaian yang ditetapkan

1.11 Skop dan Batasan Kajian

Pengurusan NRW secara efisien dalam mewujudkan suatu sistem bekalan air yang mampan di sesebuah kawasan adalah merupakan suatu isu yang sangat meluas dan begitu kompleks. Memandangkan terdapat faktor kekangan dan batasan masa, ia adalah sukar untuk mengkaji kesemua aspek yang berkaitan. Terdapat beberapa skop dan batasan kajian adalah seperti berikut:

1.12 Skop Data Kajian

Lampiran 1.1 menunjukkan surat kebenaran mendapatkan data-data berkaitan kajian. Isu pengurusan NRW yang efisien dalam sistem bekalan air boleh berlaku pada ruang skala yang berbeza, bermula dari perbincangan dan perbahasan di peringkat global untuk manfaat kepada masyarakat awam sehingga kepada skala di lingkungan persekitaran tempat kerja. Kajian ini berkaitan pengurusan NRW secara efisien dan hubungannya dengan isu-isu kemampuan sistem bekalan air yang begitu penting bertujuan untuk menyelesaikan masalah kebimbangan masyarakat awam dalam isu berkaitan pengurusan bekalan air yang efisien dan sistematik. Data yang digunakan dalam kajian ini melibatkan data mentah dari JPS Malaysia iaitu melibatkan data taburan hujan dan data aliran sungai di kawasan kajian. Data lain meliputi data Aliran Malam Minimum (MNF) dan Aliran Bersih Malam (NNF) yang diperoleh di tapak. Selain data lain yang digunakan melibatkan data berkaitan responden yang diperoleh melalui soalan soal selidik yang keputusannya akan dianalisis secara statistik termasuk menggunakan skala Likert. Data-data tambahan pula seperti panjang paip, tekanan semasa, jumlah pengguna diperoleh dari pihak utiliti bekalan air terbabit. Pengurusan NRW secara efisien adalah merupakan suatu konsep yang sangat luas dan merangkumi segala aspek teknikal dan kemanusiaan.

Dalam pelaksanaan pengurusan NRW secara efisien akan terdapat pelbagai komen dan pandangan dari pelbagai sudut yang merangkumi politik, teknikal, ekonomi dan sosial. Dalam kajian ini, penekanan akan diberikan dalam mengkaji sistem pengurusan NRW secara efisien melibatkan pelbagai aspek termasuk teknikal dan juga kemanusiaan serta pentadbiran.

1.13 Batasan Kajian

Terdapat beberapa kekurangan dalam kajian yang dijalankan. Ini merangkumi permasalahan yang timbul semasa mendapatkan data dan maklumat dari utiliti bekalan air negeri kerana data dan maklumat yang diperolehi adalah berbeza mengikut sumber pemberi maklumat yang berbeza. Sebagai contoh data bekalan air seperti jumlah pengguna, panjang keseluruhan sistem rangkaian paip retikulasi dan jenis paip serta luas kawasan pembekalan air adalah berbeza antara utiliti bekalan air di peringkat jajahan dan ibu pejabat. Terdapat data yang tidak lengkap, tepat dan sistematik tentang penilaian dan pengukuran dalam meningkatkan sistem sistem bekalan air di negeri Kelantan. Keadaan ini boleh memberi kesan dalam usaha pengkaji untuk mengkaji efisiensi pengurusan NRW dalam merangka sistem bekalan air yang lebih sistematik di negeri Kelantan. Kajian ini menumpukan perhatian kepada pengurusan NRW secara efisien melalui pelaksanaan pengurangan NRW dalam meningkatkan kecekapan dan keberkesanan sistem pengurusan bekalan air di kawasan kajian. Hasil kajian ini juga adalah bergantung kepada jawapan daripada analisis statistik soalan selidik yang diberikan kepada responden.