

**AIR TIDAK BERHASIL (NRW): CABARAN KE ATAS SEKURITI  
BEKALAN AIR DI SABAH, MALAYSIA**  
***NON-REVENUE WATER (NRW): CHALLENGES ON WATER  
SUPPLY SECURITY IN SABAH, MALAYSIA***

NORDIN SAKKE<sup>1</sup> ADI JAFAR<sup>2</sup> AMIRAH ABDIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Geografi, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Malaysia Sabah,  
88400 Kota Kinabalu, Sabah.

*dinums@ums.edu.my*

*Tarikh dihantar: 12 September 2020 / Tarikh diterima: 10 November 2020*

**ABSTRAK** Air Tidak Berhasil (NRW) adalah isu serius dan boleh mengancam sekuriti air di Sabah. Isu ini bukan sahaja dialami oleh Sabah tetapi juga di peringkat dunia. Ia merupakan petunjuk kepada ketidakcekapan pemain-pemain dalam industri air terawat untuk diagihkan kepada golongan sasar secara sah. Walaupun terdapat komitmen untuk melaksanakan pengurangan NRW kekurangan bajet dan keadaan paip yang telah usang menjadi cabaran dan halangan utama. Kebocoran paip, kecurian air dan meter yang mengakibatkan kadar NRW di Sabah kekal melebihi 50 peratus dan antara yang tertinggi di Malaysia. Terdapat beberapa usaha yang telah dijalankan tetapi impaknya adalah terlalu kecil di mana jumlah pengurangan tahunan NRW antara tahun 2005 hingga 2018 sekitar 0.35 peratus. Jumlah ini amat rendah dan ia telah membuka ruang kepada kehilangan pendapatan sehingga jutaan ringgit. Berdasarkan data rinci komponen bekalan air yang diperolehi daripada Jabatan Bekalan Air Negeri Sabah (JBANS), jumlah kerugian akibat NRW antara 2015 hingga 2017 sekitar RM657 juta. Jumlah ini agak besar dan kerugian ini boleh menyiapkan satu loji rawatan air yang baharu. Oleh itu, komitmen yang berterusan perlu disemai bukan setakat dalam kalangan pekerja JBANS, tetapi komuniti pengguna air dan juga penglibatan persekutuan untuk bantuan modal bagi menjayakan program pengurangan NRW. Sasaran 31 peratus masih jauh untuk digapai, tetapi sekiranya komitmen berterusan dapat dilaksanakan sudah pasti ancaman NRW terhadap keselamatan air dapat diminimumkan.

**Kata Kunci:** Bekalan air terawat, air tidak berhasil, keselamatan air, Sabah.

**ABSTRACT** *Non-Revenue Water (NRW) is a serious issue and could threaten water security in Sabah. This issue is not only experienced by Sabah but also at the world level. It is an indicator of the inefficiency of the water industry*

*players to be distributed to the target group. Although there is a commitment to implement NRW reduction, however the budget deficiency and the obsolete pipe conditions are major challenges and obstacles. Leakage, water theft and meters are obsolete resulting in NRW in Sabah remained above 50 per cent and among the highest in Malaysia. There are some businesses that have been carried-out but the impact is too small where the total annual reduction of NRW between 2005 to 2018 around 0.35 per cent. This percentage is very low and it has opened the door to the loss of income up to millions of ringgits. Based on detailed water supply data obtained from Jabatan Bekalan Air Negeri Sabah (JBANS), the total loss due to NRW between 2015 to 2017 is around RM657 million. This amount is quite large as it can be used to set up a new water treatment plant. Therefore, the ongoing commitment needs to be instilled not only among JBANS employees, but also the community of water users as well as federal involvement for capital assistance to make the NRW reduction program a success. The target of 31 per cent is still a long way to go, but if it been implemented consistently, NRW's threat to water security will be minimized.*

**Keywords:** *Treated water supply, non-revenue water, water security, Sabah.*

## PENGENALAN

Sabah merupakan negara yang kaya dengan curahan air. Purata jumlah hujan yang diterima sekitar 2560 mm setahun dengan kumulatif jumlah air yang diterima sebanyak 188.50 bilion meter padu (JPS, 2011). Sekitar 53.5 peratus hujan yang diterima ditadah-simpan oleh 75 buah lembangan utama di Sabah. Air yang diperangkap oleh lembangan sungai sebanyak 86.89 bilion meter padu sebagai aliran permukaan dan 13.99 bilion meter padu untuk mengisi simpanan air bawah tanah ini menjadi pemangkin kepada pembangunan ekonomi yang mampu menggalakkan aktiviti pembangunan di Sabah. Aktiviti-aktiviti ekonomi yang pelbagai seperti aktiviti perindustrian, pertanian, perdagangan dan aktiviti pelancongan telah berkembang sehinggakan mampu menjadi penyumbang ekonomi. Sebagai contoh Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) pada tahun 2018 yang berjumlah RM110,815 juta yang memberangsangkan ini banyak dipacu oleh perkhidmatan (44 peratus),

perlombongan dan pengkuarian (28.3 peratus) dan pertanian (16.3 peratus) (DOSM, 2019). Perkembangan dalam KDNK ini banyak dipacu oleh sokongan kebolehcapaian terhadap sumber air.

Kebolehcapaian bekalan air khususnya air terawat yang diproses daripada loji- loji rawatan air di seluruh Sabah digambarkan dengan adanya jaringan-jaringan paip sehingga ke rumah-rumah. Terdapat 84 loji perawatan air beroperasi di seluruh Sabah dengan purata pengeluaran 1,300 juta liter air sehari bagi memenuhi keperluan penduduk Sabah. Liputan bekalan air ini telah merangkumi ke tahap 100 peratus penduduk bandar dan 78 peratus penduduk luar bandar dengan rangkaian paip air sepanjang 15,031 kilometer (JANS, 2020). Namun, kebolehcapaian air sedikit terencat apabila berlaku ketirisan air semasa agihan daripada loji rawatan air kepada pengguna. Ia mendatangkan kesan kepada pendapatan negeri kerana air yang tiris ini dikategorikan sebagai air tidak berhasil (*Non-Revenue Water – NRW*). Antara penyumbang utama kepada NRW adalah kebocoran paip, limpahan takungan, pendaftaran bawah meter dan sambungan haram (Salcon, 2020), di samping usia paip yang usang. Sebagai contoh di Sandakan, saluran paip yang sedia ada sangat usang kerana telah dibina serta digunakan sejak tahun 1988. Ia mengakibatkan purata NRW di Sabah yang mencapai 52 peratus, lebih tinggi daripada indeks negara iaitu 35 peratus. Paras ini menjadi petunjuk yang tidak baik untuk utiliti air di Sabah. Lantaran itu pada tahun 2018, Kerajaan Persekutuan telah memperuntukkan sebanyak RM170 juta untuk mengurangkan kadar NRW di Sabah (*Borneo Post Online*, 2018).

Isu kehilangan NRW, bukan sahaja isu lokal Sabah tetapi turut menjadi isu Malaysia dan Asia. Malaysia masih gagal melepasi sasaran seperti yang ditetapkan. Pelbagai inisiatif dan program telah dilaksanakan oleh Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN) bagi menurunkan kadar NRW Kebangsaan. Antaranya ialah bengkel, *task force* yang dianggotai oleh pelbagai latar belakang, pembangunan pelan strategik dan pembangunan kursus kompetensi khusus untuk personel NRW. Namun, kadar NRW Kebangsaan ditetapkan sebanyak 31 peratus setelah Program Pengurangan NRW Kebangsaan di bawah RMK-11, masih gagal mencapai sasaran ataupun menghampiri sasaran yang ditetapkan (SPAN, 2019a). Masalah NRW merupakan isu yang amat kritikal dalam industri air dan ia menjadi

salah satu penanda aras untuk mengukur prestasi syarikat bekalan air dalam mengurus air terawat di Malaysia. Kerajaan mula menangani masalah NRW sejak tahun 1996 dengan melaburkan sejumlah besar wang dalam rancangan Malaysia Kelapan, Sembilan, dan Kesepuluh dari tahun 1996 hingga 2010 untuk program pengurangan NRW. Peruntukan sebanyak RM25 bilion dalam tempoh 2000 hingga 2050 bagi tujuan mengganti paip, tangki simpanan dan loji rawatan air bagi mengatasi masalah NRW (*The Star*, 2004) masih belum berhasil. Pelaburan ini tidak menunjukkan hasil yang positif, 36.2 peratus kadar NRW pada tahun 2018, iaitu tidak jauh berbeza dengan kadar NRW 36.4 peratus pada tahun 2000 (SPAN, 2019b). Hampir sebahagian negeri di negara ini mencatatkan kadar NRW lebih daripada 40 dan beberapa negeri seperti Perlis, Pahang dan Kelantan termasuk Sabah mencatatkan kadar NRW setinggi 50 peratus atau lebih (Lai Chee Hui *et al.*, 2013).

Isu NRW ini merupakan isu serius dan boleh mengancam sekuriti air di Sabah. Oleh itu, beberapa Langkah telah dilaksanakan bagi mengatasi isu NRW. Kerajaan Persekutuan semasa Pakatan Harapan memerintah pada tahun 2018 menyasarkan agar Sabah mampu menurunkan kadar NRW kepada 20 peratus (*Borneo Post Online*, 2018). Namun, sasaran ini kurang realistik menyebabkan Kerajaan Sabah melalui Kementerian Pembangunan Infrastruktur menyasarkan penyusutan kepada 49 peratus (*Borneo Today*, 2019). Perkembangan ini menjadi cabaran bagi pengusaha air dalam membekalkan air bersih terawat secara mapan selaras dengan objektif Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM), Visi Air Negara dan Dasar Sumber Air Negara (DSAN) yang menjadi sandaran dalam pengurusan air di Malaysia.

Malaysia telah menandatangani Deklarasi Johannesburg pada Persidangan Dunia berkaitan Pembangunan Mapan pada 26 Ogos hingga 4 September 2002 untuk bersetuju mengguna pakai pendekatan Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM). Malaysia telah memasukkan agenda Pengurusan Sumber Air Bersepadu (IWRM) dalam Rancangan Malaysia Ke-9 sebagai satu agenda penting. Ia bagi memastikan sumber berharga ini sentiasa berkeadaan mapan kepada pengguna demi kemakmuran ekonomi dan sosial masyarakat. Langkah ini selaras dengan matlamat utama IWRM untuk memaksimumkan kemakmuran ekonomi dan sosial dalam cara yang saksama tanpa menjejaskan kelestarian ekosistem (Global Water Partnership, 2000).

Sementara itu, Visi Air Kebangsaan merupakan usaha menyokong Wawasan 2020 (ke arah mencapai status maju negara), Malaysia akan memulihara dan menguruskan sumber air untuk memastikan air yang mencukupi dan selamat untuk semua, di samping menjaga dan memelihara alam sekitar (MWP, 2001)

Sementara itu, Dasar Sumber Air Negara (DSAN) telah digubal dan dilancarkan sempena Sambutan Hari Air Sedunia 2012 Peringkat Kebangsaan. Dasar ini digubal bagi memastikan pengurusan sumber air yang bersepadu dan lestari berasaskan tiga prinsip utama. Prinsip pertama ialah jaminan sumber air terjamin bagi keperluan semasa dan akan datang untuk manusia, pengeluaran makanan, pemeliharaan alam sekitar dan keperluan industri. Prinsip kedua, kelestarian sumber air untuk mengoptimumkan penggunaan dan meminimumkan pembaziran melalui kawalan dan perancangan kawasan tadahan melalui amalan terbaik pengurusan pembangunan sumber air dan lembangan sungai bersepadu. Prinsip ketiga pula adalah urus tadbir secara bersama pihak berkepentingan adalah mustahak bagi memastikan kelestarian sumber air di samping pengagihan sumber air yang adil dan saksama (NRE, 2011).

## **AIR TIDAK BERHASIL: MEMAHAMI LATAR**

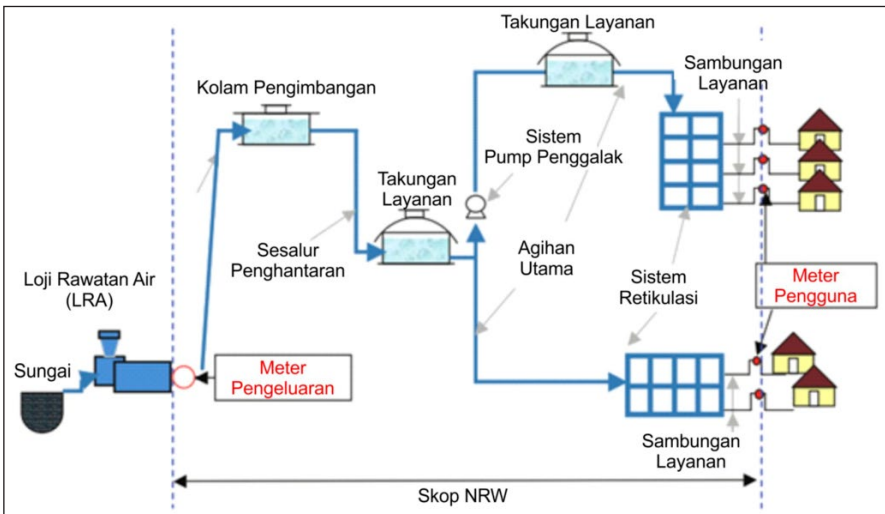
Air Tidak Berhasil (NRW) didefinisikan sebagai perbezaan antara kuantiti air yang dibekalkan dari loji rawatan air dengan kuantiti air yang dimeterkan kepada pengguna (Lambert, 2003; Hasnul & Normayasuria, 2012). Menurut Jabatan Audit Negara (2011), NRW didefinisikan sebagai kuantiti air yang disalurkan ke dalam sistem bekalan air tetapi tidak menghasilkan pulangan. Secara teknikal, NRW adalah jumlah keseluruhan pengeluaran air tawar (dirawat) ditolak dengan jumlah penggunaan yang direkod (meteran) dan jumlah penggunaan yang tidak dimeterkan (tidak dikenakan bayaran). Secara statistik, persamaan NRW boleh ditunjukkan seperti berikut (National Audit Department, 2011).

$$NRW \% = \frac{P - (M + N)}{P} \times 100\%$$

Di mana (unit dalam peratus)

- P = Jumlah pengeluaran air yang dirawat
- M = Penggunaan yang dimeterkan/dibilkan
- N = Penggunaan yang tidak dimeterkan/dibilkan

Dengan kata lain, NRW juga difahami sebagai perbezaan di antara jumlah pengeluaran yang dibekalkan ke dalam sistem agihan dengan jumlah penggunaan sah yang dibilkan. NRW adalah jumlah kuantiti air yang dibekalkan kepada pengguna tetapi tidak memberi pulangan hasil kepada syarikat air yang membekalkannya. Secara jelasnya ditunjukkan dalam Rajah 1, di mana NRW merupakan kehilangan air bermula daripada bacaan meter pengeluaran sehinggalah meter-meter pengguna. Segala ketirisan air daripada poin meter pengeluaran hinggalah meter pengguna sama ada disebabkan kebocoran sesalur penghantaran atau takungan/kolam, kecurian air, penggunaan percuma dan kesilapan membaca meter dianggap tidak mendatangkan pulangan kepada pihak berkuasa yang mengurus bekalan air.



**Rajah 1** Sistem Bekalan Air Terawat dan skop NRW  
Sumber: National Audit Department (2011)

Bagi memahami perincian berkenaan NRW, Persatuan Air Sedunia telah mengelaskan NRW kepada tiga komponen utama, iaitu kehilangan sebenar, kehilangan ketara dan penggunaan sah yang tidak dibilkan (IWA, 2000) seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1 dan Rajah 2.

- Kerugian sebenar (*real/physical loss*) adalah kerugian air fizikal dari sistem bertekanan hingga ke lokasi meter pelanggan. Jumlah air yang hilang melalui semua jenis kebocoran, pecah dan limpahan. Kehilangan ini bergantung pada kekerapan, kadar aliran dan tempoh purata kebocoran individu (IWA, 2000). Masalah paip pecah dan kebocoran terutamanya daripada paip jenis simen asbestos (AC) yang telah uzur merupakan penyumbang kepada kehilangan fizikal. Masalah kebocoran air dari paip AC yang telah lama dan usang telah dikenal pasti sebagai punca utama kehilangan air. Setakat 2017, Malaysia memiliki lebih kurang 27.0 peratus adalah terdiri daripada paip jenis AC iaitu sepanjang 41,560km (*The Star*, 2019).
- Kehilangan ketara (*apparent loss*) terdiri daripada penggunaan yang tidak sah (pencurian atau penggunaan haram), dan semua jenis ketidaktepatan yang berkaitan dengan permeteran pengeluaran dan permeteran pelanggan. Bacaan meter pengeluaran yang lebih rendah dan bacaan meter pelanggan yang tinggi akan memacu kepada anggaran yang rendah terhadap kehilangan sebenar. Sementara itu, bacaan meter pengeluaran yang tinggi dan bacaan meter pelanggan yang terlalu rendah, menyebabkan anggaran berlebihan terhadap kehilangan sebenar (IWA, 2000). Kebiasaan kerugian ketara adalah disebabkan oleh meter yang tidak ditukar mengikut masa, kesilapan semasa pengurusan maklumat dan kecurian air terawat. Dianggarkan sekitar 50 – 65% NRW di bandar-bandar utama Asia disebabkan oleh kategori ini (National Audit Department, 2011).
- Penggunaan sah yang tidak dibilkan (*Unbilled authorized consumption*) ialah jumlah air bermeter dan/atau tidak bermeter yang tidak dibilkan dan diambil oleh pelanggan berdaftar, pembekal air dan lain-lain yang secara implisit atau eksplisit dibenarkan untuk melakukannya oleh pembekal air, untuk tujuan domestik, komersial

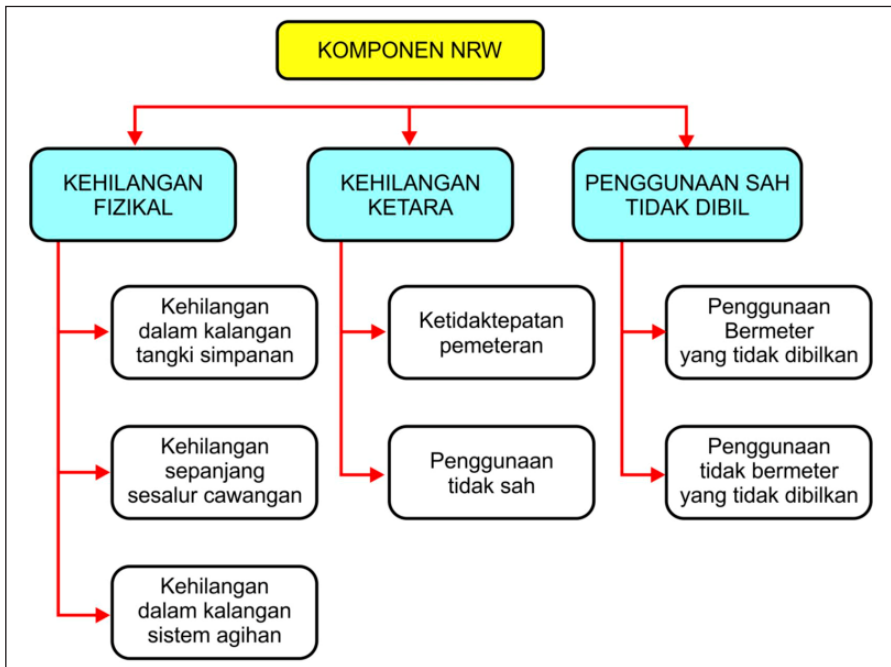
dan perindustrian. Ia termasuklah air yang dieksport. Penggunaan yang dibenarkan merangkumi pemadaman kebakaran dan latihan, pembilasan sesalur dan pemetung, pembersihan jalan, penyiraman kebun bandar, air pancut awam, perlindungan fros dan air bangunan. Air ini biasanya diberikan secara percuma kepada kumpulan pengguna tertentu. Kategori kehilangan nyata dan penggunaan sah yang tidak dibilkan juga kadang-kadang dikategorikan sebagai kehilangan komersial (IWA, 2000).

**Jadual 1** Standard Antarabangsa Imbangan Air dan terminologi IWA

Jumlah Input Ke Dalam Sistem	Penggunaan Sah	Penggunaan Sah yang Dibilkan	Penggunaan bermeter yang dibilkan (termasuk yang dieksport)
			Penggunaan tidak bermeter yang dibilkan
		Penggunaan Sah yang Tidak Dibilkan	Penggunaan bermeter yang tidak dibilkan
			Penggunaan tidak bermeter yang tidak dibilkan
	Kehilangan Air	Kehilangan Ketara	Penggunaan yang tidak sah
			Ketidaktepatan bacaan meter pelanggan
		Kehilangan Fizikal/Sebenar	Kebocoran semasa pemindahan atau pengagihan pada saluran utama
			Kebocoran atau tumpahan pada utiliti tangki simpanan
		Kebocoran sambungan paip sehingga sebelum meter pelanggan	

Sumber: Ubah suai daripada Lambert dan Hirner (2000).





**Rajah 2** Komponen Air Tidak Berhasil (NRW)

Sumber: National Audit Department (2011).

## STATUS NRW DI MALAYSIA

Abad ke-21 memaparkan isu air telah menjadi salah satu isu global yang paling penting (Chan, 2004) dan salah satu cabaran utama yang dihadapi dalam pengurusan air bandar di Asia ialah tahap kehilangan air yang tinggi dalam rangkaian penyaluran air bersih terawat kepada pengguna (Frauendorfer & Liemberger, 2010). Di Malaysia, NRW merupakan salah satu isu yang sangat penting kerana ia mengancam ketersediaan dan keselamatan air kepada pengguna. Dalam Rancangan Malaysia Ke-9 hingga Ke-11, kerajaan telah menyasarkan untuk menurunkan kadar NRW sehingga 25 peratus. Oleh sebab sasaran ini sukar dicapai menjelang 2020, kadar ini diselaraskan kepada 31 peratus setelah Program Pengurangan NRW Kebangsaan di bawah Rancangan Malaysia ke-11 (SPAN, 2019a). Namun, berdasarkan rekod NRW 2008 hingga 2018 seperti digambarkan dalam Jadual 2, menunjukkan Malaysia masih gagal mencapai sasaran yang telah ditetapkan. Purata jumlah NRW pada tahun

2018 adalah sekitar 36.2 peratus berbanding 36.9 peratus pada tahun 2018. Jumlah ini agak besar jika dibandingkan dengan negara-negara maju yang lain seperti Kanada, Jepun dan Singapura. Kegagalan mencapai sasaran ini telah menyebabkan kerugian kepada sumber pendapatan negara. Berdasarkan permodelan yang pernah dilakukan oleh Persatuan Penyelidikan Air dan Tenaga Malaysia (AWER), jumlah kerugian antara 2008–2013 mencecah RM10.8 bilion (AWER, 2014). Angka ini sangat mengejutkan dan menunjukkan kegagalan syarikat pemegang konsesi rawatan air yang terlibat. Jika dilihat kadar NRW 2008 hingga 2018, negara hanya berupaya mengurangkan NRW sebanyak 0.7 peratus dalam tempoh 10 tahun. Bermakna, dalam tempoh ini pengurangan hanya sekitar 0.07 peratus setahun dan nilai ini masih rendah berbanding dengan sasaran pengurangan sebanyak 1 peratus setahun.

**Jadual 2** Kadar NRW di Malaysia antara tahun 2008 hingga 2018

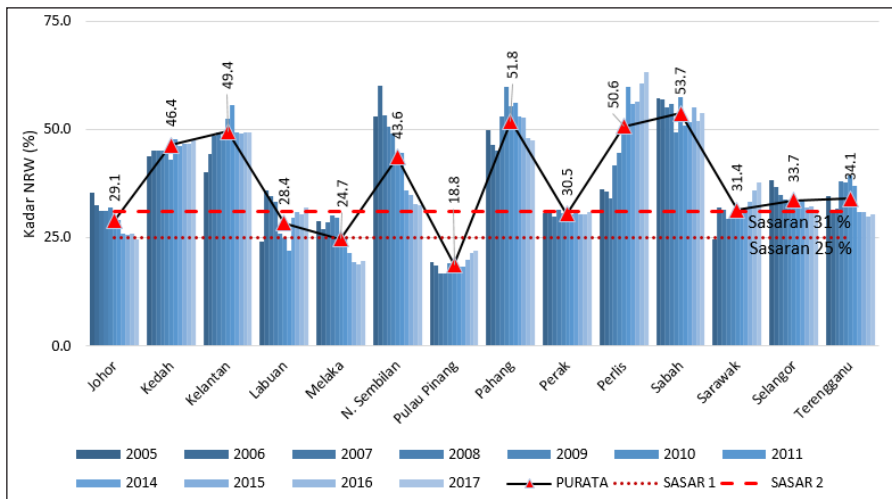
TAHUN	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
MALAYSIA	36.3	38.0	37.7	36.9	36.3	36.4	36.7	36.4	36.6	35.6	35.5	35.2	35.0	36.2

Sumber: National Audit Department (2011), Nordin *et al.* (2014), AWER (2014), KetSA (2019), SPAN (2019b).

Di peringkat negeri pula, berdasarkan rekod kadar purata NRW antara tahun 2005 hingga 2017, jumlah yang dicatatkan sekitar 18.8 hingga 53.7 peratus seperti ditunjukkan dalam Rajah 3. Hanya negeri Melaka dan Pulau Pinang sahaja yang telah berjaya berada di paras sasaran kebangsaan yang asal iaitu 25.0 peratus. Jika sasaran baharu sebanyak 31 peratus digunakan, terdapat lima negeri yang mencapai sasaran iaitu Johor (29.1 peratus), Labuan (28.4 peratus), Melaka (24.7 peratus), Pulau Pinang (18.8 peratus) dan Perak (30.5 peratus). Bagi melihat kebolehjayaan mengurangkan NRW dalam kalangan negeri-negeri, ujian Mann-Kendal digunakan. Ujian Trend Mann-Kendall merupakan analisis untuk melihat trend data yang dikumpulkan dari masa ke masa, sama ada trend meningkat atau menurun secara konsisten mengikut masa. Ia adalah ujian bukan parametrik, yang bermaksud ia boleh digunakan untuk semua taburan. Ujian ini berpandukan ujian hipotesis, di mana hipotesis nul ( $H_0$ ) adalah tidak ada trend monotonik dalam siri data, manakala hipotesis alternatif ( $H_1$ ) adalah wujud trend. Trend ini boleh menjadi positif, negatif, atau bukan sifar. Penerimaan dan penolakan trend berdasarkan perbandingan nilai

alfa dan nilai p. Sekiranya nilai alfa lebih besar daripada nilai p, maka tolak  $H_0$ , terima  $H_1$  dan wujud trend. Sekiranya nilai p lebih besar daripada nilai alfa, terima  $H_0$  dan tolak  $H_1$  dan tidak wujud trend (Statistics How To, 2020).

Secara umumnya, Johor, Melaka, Negeri Sembilan dan Selangor dilihat antara negeri yang berjaya mengurangkan kadar NRW. Ia ditunjukkan dengan nilai negatif yang ditunjukkan oleh kecerunan Sen (*sen Slope*). Pada aras alfa = 0.05 (aras keyakinan 95 peratus), semua negeri ini menunjukkan nilai melebihi nilai p, menunjukkan terdapat trend penurunan. Rata-rata trend ini mempunyai aras signifikan yang tinggi. Dilihat berdasarkan peratus kebolehpercayaan nilai penerimaan  $H_1$  yang melebihi 99.0 peratus. Disokong lagi nilai Kendall's atau yang menunjukkan nilai melebihi 0.65, iaitu satu nilai yang menunjukkan pengaruh yang kuat antara nilai penurunan dengan tempoh masa yang dikaji. Berbeza dengan Perlis dan Sarawak, negeri-negeri ini merupakan negeri yang dilihat kurang mampu mengawal peningkatan NRW. Ia digambarkan berpandukan nilai kecerunan Sen yang positif. Peratus kebolehpercayaan  $H_1$  sangat tinggi iaitu melebihi 99.0 peratus di mana aras ini sangat signifikan. Ia juga disokong oleh nilai Kendall's atau melebihi 0.6 iaitu satu aras yang menunjukkan wujud pengaruh yang kuat antara nilai peningkatan kadar NRW dengan tempoh masa yang dikaji.

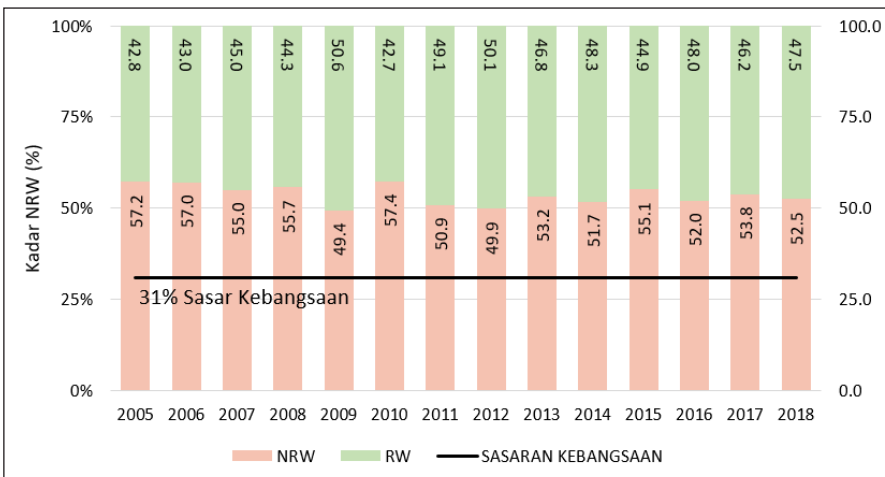


**Rajah 3** Trend NRW antara tahun 2010–2017 bagi negeri-negeri di Malaysia  
 Sumber: National Audit Department (2011), Nordin *et al.* (2014), AWER (2014), KetSA (2019).

## STATUS NRW DI SABAH

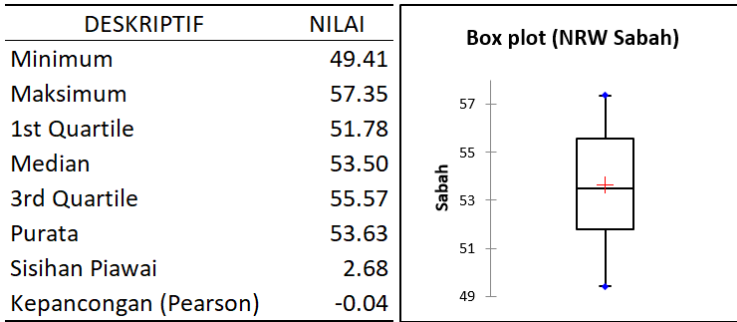
### Pola dan Trend NRW

NRW merupakan isu kritikal di Sabah dengan NRW yang dicatatkan saban tahun yang amat tinggi. Berpandukan Rajah 3, Sabah menduduki tempat tertinggi mengatasi negeri-negeri lain di Malaysia iaitu 53.7 peratus. Jika dianalisis data-data NRW antara tahun 2005 hingga 2018 seperti ditunjukkan dalam Rajah 4, kadar NRW tertinggi yang dicatatkan ialah 57.4 peratus pada tahun 2010, manakala yang terendah sekitar 49.4 peratus pada tahun 2009. Nilai puratanya ialah sekitar 53.63 peratus dengan sisihan piawai sebanyak 2.68 peratus. Bezantara min dengan maksimum sekitar 7.94 peratus. Nilai bezantara julat dan sisihan piawai yang kecil menunjukkan kadar NRW hanya berkelompok di sekitar nilai purata. Taburan data agak normal seperti yang tunjukkan oleh Plot Kotak (*box plot*) dalam Rajah 4 melalui nilai bacaan kepencongkan (*skewness*). Menurut hukum kepencongkan, nilai yang menghampiri nilai 0 menunjukkan sesuatu data itu bertabur secara yang normal. Nilai kepencongkan siri masa NRW ini iaitu -0.04 menunjukkan walaupun ia bertabur normal, terdapat sedikit herotan ke sebelah kanan seperti digambarkan oleh pekali negatif pada nilai *skewness*.



**Rajah 4** Trend NRW di Sabah antara 2005 hingga 2018

Sumber: National Audit Department (2011), Nordin *et al.* (2014), AWER (2014), KetSA (2019).



**Rajah 5** Analisis Deskriptif NRW di Sabah

Berdasarkan maklumat deskriptif dan Rajah 4, dalam tempoh 2005–2018, sebanyak 12 tahun menunjukkan kadar kehilangan air terawat melebihi separuh. Ia meliputi 85.7 peratus daripada keseluruhan tahun yang dikaji. Sudah pasti, kadar kehilangan akan memberi impak kepada pulangan kepada kerajaan negeri dan mendatangkan kerugian. Hal ini demikian kerajaan telah membeli air daripada syarikat konsesi pembersih air yang beroperasi di Sabah. Dengan kehilangan lebih separuh daripada air yang dibeli daripada loji rawatan air, bermakna sudah pasti kerugian terpaksa ditanggung oleh kerajaan atau kos dikongsi bersama melalui kenaikan tarif air. Sebagai contoh berpandukan data NRW pada tahun 2014–2017 seperti ditunjukkan dalam Jadual 3, jumlah keseluruhan air yang dirawat sekitar 3,710 juta liter per hari (JLH). Daripada jumlah ini, 46.36 peratus dikategorikan sebagai NRW iaitu bersamaan dengan 1990 JLH. Berpandukan maklumat Malaysia Water Industry Guide (MWIG) 2018, purata kos merawat dan mengagih setiap 1,000 liter air kepada pengguna domestik adalah RM2.31 (*Bernama*, 2019). Jika nilai ini dijadikan asas, Kerajaan Negeri Sabah sepatutnya mendapat hasil sekitar RM3,125.25 juta dalam tempoh 2015–2017 hasil daripada bekalan air terawat seperti ditunjukkan dalam Jadual 3. Namun, dalam tempoh tersebut JBANS dianggarkan mengalami kehilangan pendapatan sebanyak RM1,676.30 juta kerana NRW. Dianggarkan jumlah kerugian tahunan akibat masalah NRW antara RM530 juta hingga RM537 juta setahun. Jumlah kehilangan setahun ini sepatutnya boleh digunakan untuk menyiapkan sebuah loji rawatan air.

**Jadual 3** Jumlah air terawat dan kerugian yang dialami dalam tempoh 2015–2017

KATEGORI	2015		2016		2017		JUMLAH KESELURUHAN	
	JUMLAH (JLH) <sup>#</sup>	RM JUTA <sup>*</sup>	JUMLAH (JLH) <sup>#</sup>	RM JUTA <sup>*</sup>	JUMLAH (JLH) <sup>#</sup>	RM JUTA <sup>*</sup>	JUMLAH (JLH)	RM JUTA <sup>*</sup>
Jumlah Air Terawat	1,229	1,033.39	1,220	1,028.64	1,261	1,063.21	3,710	3,125.25
Air Terawat yang Dibilkan	552	464.14	586	494.09	582	490.71	1,720	1,448.94
NRW	677	569.25	634	534.56	679	572.50	1,990	1,676.30

Nota: Unjuran harga berdasarkan maklumat Malaysia Water Industry Guide (MWIG) 2018\*  
 Sumber: Ubah suai daripada KetSA (2019)<sup>#</sup>

Dalam konteks kadar NRW tahunan, Sabah masih belum mampu mengurus isu NRW. Hal ini disebabkan nilai bacaan yang ditunjukkan masih jauh daripada nilai sasaran kebangsaan. Bermula pada tahun 2005, perbezaan yang dicatatkan berbanding nilai sasaran kebangsaan sekitar 26.2 peratus dan pada tahun 2018, nilai perbezaan ini sekitar 21.5 peratus. Dalam tempoh 14 tahun, jumlah penurunan sebanyak 4.7 peratus sahaja. Maknanya, Kerajaan Negeri Sabah melalui JBANS hanya mampu mencapai pengurangan tahunan secara purata sebanyak 0.34 peratus setahun. Pengurangan yang berlaku ini amat tidak signifikan berdasarkan ujian Man-Kendall yang dilakukan. Melalui ujian ini, nilai-p yang diperolehi sekitar 0.2792. Bermaksud tidak wujud trend pengurangan kerana nilai-p lebih besar berbanding nilai alfa=0.05. Ditambah lagi nilai Kendall atau menunjukkan hubungan yang tidak kuat antara penurunan dengan tempoh masa iaitu sekitar 23 peratus sahaja.

### Pencapaian NRW mengikut Daerah

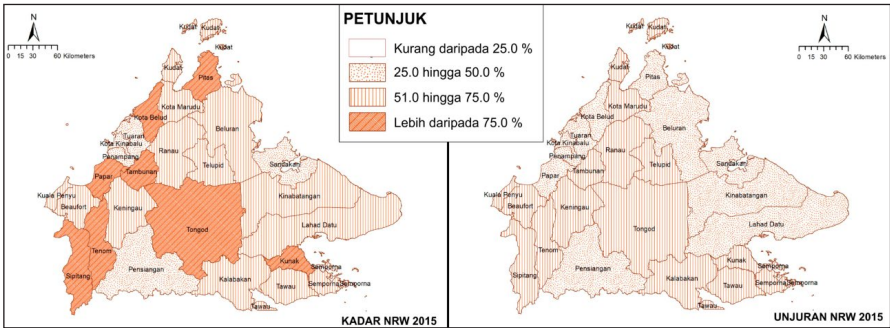
Jika disusuri mengikut daerah di Sabah, kadar NRW juga menunjukkan tanda-tanda ketidakcekapan pengurusan JBANS. Berdasarkan kadar NRW tahun 2015 yang di peroleh daripada JBANS seperti ditunjukkan dalam Jadual 4 dan Rajah 6, nilai NRW bagi daerah-daerah di Sabah antara 39.0 hingga 85.0 peratus.

Terdapat lapan daerah mencatatkan kadar NRW melebihi 75.0 peratus, iaitu Tenom, Tongod, Pitas, Kota Belud, Papar, Sipitang, Kunak dan Tambunan. Sementara itu, empat daerah menunjukkan tahap kadar NRW yang rendah iaitu kurang daripada 50.0 peratus iaitu Sandakan, Kota Kinabalu, Penampang dan Pensiangan. Selebihnya berkadar antara 50.0 hingga 75.0 peratus. Daerah Penampang merupakan satu-satunya daerah yang mencatatkan paras kurang daripada 31 peratus seperti yang disarankan di peringkat kebangsaan.

**Jadual 4** Kadar NRW (%) berbanding unjuran pada tahun 2015

BIL	DAERAH	SASARAN 2015*	KADAR NRW 2015#	CAPAIAN
1	Beaufort	57	68	-11
2	Keningau	58	72	-14
3	Kinabatangan	36	61	-25
4	Kota Belud	47	82	-35
5	Kota Kinabalu	34.5	39	-4.5
6	Kota Marudu	65	72	-7
7	Kuala Penyu	62	74	-12
8	Kudat	66	71	-5
9	Kunak	67	77	-10
10	Beluran	36	64	-28
11	Lahad Datu	33	55	-22
12	Papar	41	82	-41
13	Penampang	37	26	11
14	Pensiangan	37	39	-2
15	Pitas	49	83	-34
16	Ranau	53	67	-14
17	Sandakan	36	43	-7
18	Semporna	53	71	-18
19	Sipitang	54	78	-24
20	Tambunan	53	76	-23
21	Tawau	58	65	-7
22	Telupid	56	60	-4
23	Tenom	52	85	-33
24	Tongod	56	85	-29
25	Tuaran	47	50	-3

Sumber: Ubah suai daripada JPS (2011a)\* dan JBANS (2016)#.

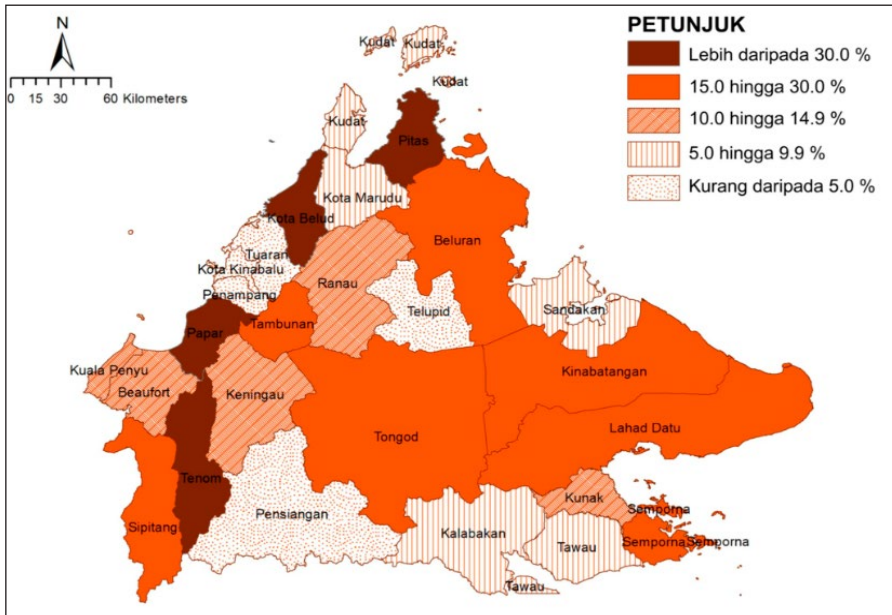


**Rajah 6** Taburan kadar NRW mengikut daerah di Sabah

Sumber: Ubah suai daripada JBANS (2016).

Jika dibandingkan nilai NRW dengan paras cadangan sasaran yang dinukilkan dalam *Review of the National Water Resources (2000–2050) and Formulation of National Water Resources Policy: Volume 18 Sabah* (JPS, 2011), semua daerah tidak mampu memenuhi sasaran yang telah ditetapkan kecuali Penampang. Terdapat sembilan daerah yang mampu mencapai kurang 10 peratus daripada sasaran iaitu Kota Marudu, Tawau, Sandakan, Kudat, Kota Kinabalu, Telupid, Tuaran, Penampang dan Pensiangan. Empat daerah masih jauh tertinggal iaitu kurang 30.0 peratus daripada sasaran. Negeri-negeri di bahagian pantai barat banyak mencatatkan pengalaman NRW yang membimbangkan kerana empat daerah yang berada dalam kategori lebih 30.0 peratus mencapai sasaran terletak di bahagian ini. Daerah tersebut meliputi Papar, Kota Belud, Pitas dan Tenom. Bagi daerah-daerah pantai timur, walaupun kadar NRW pada 2015 mencatatkan nilai melebihi 50.0 peratus namun kadar pencapaian kepada nilai sasaran agak hamper, iaitu kesemuanya dalam kategori kurang daripada 30.0 peratus nilai sasaran seperti ditunjukkan dalam Rajah 7.





Rajah 7 Peratus ketidakaapaian terhadap sasaran NRW JPS pada tahun 2015

## CABARAN DAN JALAN DI HADAPAN

Harapan yang tinggi untuk mengurangkan kadar NRW di Sabah telah dinyatakan oleh Datuk Peter Anthony (Menteri Pembangunan Infrastruktur Sabah tahun 2018–2020) agar Sabah mampu menurunkan ke tahap 49 peratus berbanding 52 peratus pada tahun 2018. Walaupun nampak sukar, atas komitmen yang padu antara Kerajaan Persekutuan dan Negeri dijangka akan membuahkan hasil yang baik. Oleh itu, gabungan komitmen Kerajaan Persekutuan dan Negeri perlu membiayai program pengurangan NRW. Kerajaan Negeri akan memberi fokus kepada daerah Kota Kinabalu, Kudat, Tuaran, Tambunan dan Ranau, manakala Keningau dan Beaufort pula diletakkan di bawah peruntukan Kerajaan Persekutuan (*Borneo Today*, 2019). Dengan adanya komitmen bersama, trend pengurangan sebanyak 0.34 peratus setahun dapat ditingkatkan sekurang-kurangnya kepada 1 peratus, walaupun terdapat komitmen pimpinan Kerajaan Negeri menyasarkan lebih daripada itu iaitu 3 peratus setahun. Sasaran tinggi ini boleh dicapai kerana

dalam kes Taman Milek, JBANS melalui syarikat yang dilantik telah berjaya mengurangkan sehingga 43.8 peratus (Maisharah, 2016). Maksudnya jika wujud ada perancangan yang sistematik dengan jadual yang tersusun disertai dengan teknologi yang tepat, sudah pasti usaha pengurangan akan berjaya. Ia akan memberi gambaran kepada tahap keselamatan air akan menjadi semakin baik akibat ancaman NRW.

Namun, terdapat pelbagai kelemahan yang telah dikenal pasti oleh Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN) dalam menangani isu NRW di Malaysia. Antaranya ialah tiada program atau perancangan pengawalan kebocoran secara aktif, peruntukan penyelenggaraan yang kecil, kekurangan kakitangan yang kompeten, pengurusan aset yang lemah, pelaksanaan dan penyelenggaraan sistem bekalan air yang tidak sistematik, kelemahan dari segi sistem teknologi maklumat, kelemahan dari segi sistem pengumpulan data, pemahaman pengurusan kebocoran kurang diberi perhatian dan air dianggap bukan satu perkara yang bernilai disebabkan oleh kadar harga yang rendah (Vanitha, 2011). Masalah-masalah ini perlu diselesaikan bagi mencapai sasaran yang dikehendaki.

Faktor kewangan adalah sangat penting untuk kos pengawalan kebocoran dan penyelenggaraan. Menurut Kementerian Air, tanah dan Sumber Asli, sebanyak RM800,000 diperlukan untuk menurunkan 1 peratus kadar NRW di peringkat kebangsaan (NST, 2018). Bermaksud, untuk mengurangkan ke paras 31 peratus seperti sasaran sudah pasti memerlukan kos yang tinggi. Justeru, Sabah memerlukan RM16.8 juta untuk memastikan tahap NRW Sabah pada tahun 2018 berada sekitar 52 peratus dapat dikurangkan kepada 31 peratus. Namun, kos ini adalah kecil berbanding dengan penjimatan yang dapat dilakukan. Sebagai contoh, pihak Ranhill SAJ telah membelanjakan sekitar RM600 juta bagi tempoh 2001 sehingga 2018 dalam program pengurangan NRW. Kesannya, sebanyak 411 Juta Liter Sehari (JLH) dapat dijimatkan bersamaan anggaran nilai RM500 juta bagi pembinaan sistem bekalan air baharu bagi menampung permintaan (SPAN, 2019a). Atas komitmen ini, kerajaan telah memberi peruntukan yang besar kepada Sabah untuk memastikan program pengurangan NRW dapat dilaksanakan dengan jayanya. Pada tahun 2018, geran sebanyak RM171 juta diperuntukkan untuk program pengurangan NRW. Peruntukan ini meliputi pembiayaan modal

(CAPEX), Program Pengurangan NRW Kebangsaan dan pemantapan kawal selia (*BH Online*, 2018). Oleh sebab jumlah NRW melebihi 40 peratus, maka Sabah diletakkan di bawah Projek NRW Kebangsaan di mana geran-geran persekutuan diberikan untuk mengurangkan masalah NRW. Ia meliputi penggantian meter lama, tangki-tangki bocor dan sistem kawalan serta pemantauan operasi agihan air (*Borneo Today*, 2019).

Kebocoran paip air dan kecurian merupakan antara masalah utama yang menggugat keselamatan air tawar kepada pengguna. Hal ini demikian kerana masalah ini telah menyumbang sebanyak 57 peratus kepada NRW di Sabah (SEDIA, 2013). Kebocoran paip disebabkan oleh keadaan yang terlalu usang dan paip usang masih banyak digunakan di Sabah. Sebagai contoh, paip-paip air dari stesen penapis air yang menyalurkan bekalan air ke Sandakan digunakan sejak 1998. Keusangan paip menyebabkan air mengalir terbuang disebabkan paip pecah atau tiris di bahagian sambungan paip. Oleh itu, program-program penggantian berfasa untuk menggantikan paip-paip uzur dengan bantuan Kerajaan Persekutuan dan Negeri sedang dilakukan melalui geran Pengurangan NRW. Di samping penggantian paip, teknologi untuk pengesanan kebocoran seperti kaedah *Visual Inspection Sounding* (VIS), kedah ‘*sound logging*’ dan peralatan seperti ‘*leak noise correlator*’ untuk mengesan berlakunya kebocoran yang tidak nyata dengan kaedah mengesan bunyi kebocoran. Melalui pengesanan ini, usaha secepat mungkin akan dilakukan kerana kelewatan membaiki kebocoran menjadi antara penyumbang terbesar kepada kadar kehilangan air terawat yang tinggi. Pembaikan kebocoran ini mesti disertai dengan pengurusan tekanan (*pressure management*) bagi memastikan tekanan air bersesuaian dengan kapasiti paip. Pemasangan penggera (*alarm setting*) kebocoran akan diaktifkan bagi memastikan tindakan pantas dapat diambil sekiranya berlaku kebocoran selepas pembaikan paip. Tindakan-tindakan ini telah dilakukan oleh JBA melalui syarikat kontraktor yang dilantik. Kejayaan program pengesanan kebocoran ini dapat dilihat di Taman Milek, Kota Kinabalu apabila JBANS berjaya mengurangkan kadar NRW dengan jumlah peratus yang tinggi. Bermula pada bulan September 2015 hingga Mei 2016, JBANS telah berjaya mengurangkan kadar NRW daripada 68.2 peratus kepada 24.4 peratus. Ia merupakan contoh program yang cukup berjaya di mana tidak sampai setahun, sebanyak 43.8 peratus kadar NRW dapat dikurangkan (Maisharah, 2016).

## KESIMPULAN

Air terawat telah menjadi salah satu isu global yang paling penting dan menjadi satu cabaran utama dalam keselamatan dan pengurusan air bandar di Asia. Hal ini demikian tahap kehilangan air yang tinggi dalam rangkaian penyaluran air bersih terawat kepada pengguna. NRW merupakan cabaran besar terhadap syarikat konsesi perawat air dalam pengurusan bekalan air terawat dan merupakan cabaran besar dalam pengurusan sekuriti air di Malaysia termasuk Sabah. Berpandukan data-data yang direkodkan, Sabah kekal sebagai antara negeri yang tertinggi kadar kehilangan air tanpa pulangan. Jumlah kehilangan air bersih tanpa pulangan yang besar sehingga melibatkan kerugian jutaan ringgit memerlukan satu tindakan yang padu, pantas dan tuntas. Jika tiada tindakan, pengurangan NRW setahun akan kekal pada paras 0.34 peratus setahun dan mengambil masa bertahun untuk mencapai tahap sasaran kebangsaan 31.1 peratus. Tanpa usaha yang bersungguh-sungguh, air akan terbazir dan kos rawatan yang telah dibelanjakan di loji-loji rawatan air akan dibebankan kepada pengguna untuk menanggung kerugian. Oleh itu, kerjasama daripada semua pihak daripada pemegang taruh di semua peringkat selepas *point meter* pengeluaran amat dialu-alukan. Tanpa kerjasama ini, semua perancangan untuk mengurangkan kadar NRW tidak akan tercapai. Lantaran itu, kerjasama ini haruslah dimulakan dan program memasyarakatkan Jabatan Bekalan Air mesti diperkasakan agar pemegang taruh akan merasakan tugas Jabatan Air sebagai sebahagian daripada tugas yang mesti dijayakan bersama.

## PENGHARGAAN

Para penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia atas geran penyelidikan FRG0479-2018 yang diberikan.

## RUJUKAN

- Adi Jafar, Mohammad Tahir Mapa & Nordin Sakke. (2016). Impak aktiviti pembangunan terhadap trend kekerapan dan magnitud banjir di lembangan sungai Manggatal, Kota Kinabalu, Sabah. *Jurnal Kinabalu*, 18, 97–116.
- AWER. (2014). *Estimated loss of revenue due to NRW between 2008 and 2013 is more than RM 10 billion!* Dilayari daripada <http://www.awer.org.my/?pgid=home&cid=354> pada 2 Oktober 2020.
- Bernama*. (1 Februari 2019). Pelarasan tarif baru air seluruh negara perlu. Dilayari daripada <https://www.freemalaysiatoday.com/category/bahasa/2019/02/01/pelarasan-tarif-baru-air-seluruh-negara-perlu/> pada 12 Oktober 2020.
- BH Online*. (22 Mac 2018). Parlimen: NRW di Sabah paling teruk - Maximus. *New Straits Times*. Dilayari daripada <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2018/03/402402/parlimen-nrw-di-sabah-paling-teruk-maximus> pada 1 November 2020.
- Borneo Post Online*. (31 Oktober 2018). RM170 mln to address NRW issue. Dilayari daripada <https://www.theborneopost.com/2018/10/31/rm170-mln-to-address-nrw-issue/> pada 12 Oktober 2020.
- Borneo Today*. (19 April 2019). Sabah komited capai sasaran NRW ditetapkan Peter. *BorneoToday.net*. Dilayari pada daripada <https://www.borneotoday.net/sabah-komited-capai-sasaran-nrw-ditetapkan-peter/> 12 Oktober 2020.
- Chan, N.W. (2004). *Managing water resources in the 21st century involving all stakeholders towards sustainable water resources management in Malaysia*. Bangi: Centre for Graduate Studies, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- DOSM. (2019). *Poket stats negeri*. Jabatan Perangkaan Malaysia, Kementerian Hal Ehwal Ekonomi. Dilayari daripada [https://www.dosm.gov.my/v1/uploads/files/7\\_Publication/Infographic/PocketStats/Negeri/Sabah/files/assets/basic-html/page1.html](https://www.dosm.gov.my/v1/uploads/files/7_Publication/Infographic/PocketStats/Negeri/Sabah/files/assets/basic-html/page1.html) pada 12 Oktober 2020.
- Frauentorfer, R., & Liemberger, R. (2010). *The issues and challenges of reducing Non- Revenue Water*. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank.
- Hasnul, M.S. & Normayasuria, A.M. (2012). *Non-Revenue Water, impak kepada perkhidmatan, alam sekitar dan kewangan*. Jabatan Bekalan Air, Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air. Dilayari daripada <http://www.jba.gov.my/index.php/en/rujukan/papers/472non-revenue-water-impak-kepada-perkhidmatan-alam-sekitar-dan-kewangan> pada 12 Oktober 2019.
- IWA. (Oktober, 2000). Losses from water supply systems: Standard terminology and recommended performance measures. *IWA October 2000*. Dilayari daripada <https://waterfund.go.ke/watersource/Downloads/001.%20Losses%20from%20water%20supply%20systems.pdf> pada 28 Julai 2020.
- JBANS. (2016). *NRW daerah di Sabah 2015. Jabatan Bekalan Air Negeri Sabah* (Tidak diterbitkan).

- JBANS. (2020). Jabatan Air Negeri Sabah (JANS): Latar Belakang/Sejarah. Dilayari daripada <https://water.sabah.gov.my/?q=ms/content/latar-belakang-sejarah> pada 12 Oktober 2020.
- JPS. (2011). *Review of the national water resources (2000–2050) and formulation of national water resources policy Vol. 18 Sabah, Final Report*, August 2011. Ranhill Consulting Sdn. Bhd.
- Jurry Foo *et al.* (2016). Understanding the utilization of natural resources for livelihood in Liwagu water catchment area. *Jurnal Kinabalu*, 22, 109–112.
- KeTSA. (11 Oktober 2018). Non-Revenue Water (NRW) Statistics. Dilayari daripada [https://www.data.gov.my/data/en\\_US/dataset/non-revenue-water-nrw-statistics](https://www.data.gov.my/data/en_US/dataset/non-revenue-water-nrw-statistics) pada 2 Oktober 2019
- Lai Chee Hui, Chan Ngai Weng & Nor Azazi Zakaria. (2013). Non-revenue water management in Malaysia: A review of selected water service providers in Malaysia. *Geografi*, 1(2), 7–17.
- Lambert A. (Ogos, 2003). Assessing non-revenue water and its components: A practical approach. Water. Dilayari daripada [https://www.pacificwater.org/\\_resources/article/files/IWA%20Standard%20Water%20Balance\\_Water%20Loss%20Task%20Force%20Article%202.pdf](https://www.pacificwater.org/_resources/article/files/IWA%20Standard%20Water%20Balance_Water%20Loss%20Task%20Force%20Article%202.pdf) pada 2 Oktober 2019.
- Maisharah Mohamed. (2016). Kajian trend Air Tidak Berhasil (NRW) di Kota Kinabalu. Kajian kes Taman Milek. Latihan Ilmiah (Tidak diterbitkan). Fakulti Kemanusiaan, Seni dan Warisan, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.
- Nordin Sakke, Hamirdin Ithnin, M., & Suhaily Yusri Che Ngah. (2014). Pengaruh Air Tidak Berhasil (NRW) ke atas kemapanan bekalan air di Selangor, Malaysia. *Jurnal Perspektif*, 6(2), 66–81.
- NST. (28 November 2018). Xavier: Reducing non-revenue water by 1pc will cost RM800,000. Dilayari daripada <https://www.nst.com.my/news/nation/2018/11/435434/xavier-reducing-non-revenue-water-1pc-will-cost-rm800000> pada 2 Oktober 2020.
- Salcon. (2020). Non-Revenue water. Dilayari daripada <https://www.salcon.com.my/Our-Businesses/water-wastewater/non-revenue-water> pada 28 Oktober 2020.
- SEDIA. (2013). BAB 5 Membangunkan infrastruktur dan insan sebagai pendaya utama pembangunan. Dilayari daripada [http://www.sedia.com.my/SDC\\_Blueprint/Blueprint\\_BM/BAB5.pdf](http://www.sedia.com.my/SDC_Blueprint/Blueprint_BM/BAB5.pdf) pada 2 Oktober 2019.
- SPAN. (2019a, Julai–Disember). Buletin 2019 SPAN (Ed. Ke-2). Dilayari daripada <https://www.span.gov.my/document/upload/pXSFYxhB630VOz0o0syINUOS5k3aRZ9.pdf> pada 2 Oktober 2020.
- SPAN. (2019b). Laporan tahunan 2018. Dilayari daripada <https://www.span.gov.my/document/upload/D5JoapftrLSaCCPh69zqhGokD8pzvN8B.pdf> pada 2 Oktober 2020.
- Statistics How To. (2020). Mann-Kendall trend test: Definition, running the test. Dilayari daripada <https://www.statisticshowto.com/mann-kendall-trend-test/> pada 2 Oktober 2020.