

PANDUAN PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG HIJAU JAKARTA

VOL. 5

EFISIENSI AIR



Pemerintah Provinsi
DKI Jakarta

Didukung oleh:



IFC bekerjasama dengan:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research EAER
State Secretariat for Economic Affairs SECO

PERSYARATAN PERATURAN

Efisiensi Air (WE)

WE01 Efisiensi Perlengkapan Air Minimum

WE02 Sub-metering Pasokan Air

WE03 Daur Ulang Air Bekas (*Greywater*)

Kalkulasi dilakukan dengan menggunakan kalkulator yang terdapat pada laman <http://greenbuilding.web.id>

Daftar periksa untuk semua persyaratan peraturan yang terdapat daftar dokumen yang diperlukan juga tersedia pada laman <http://greenbuilding.web.id>



PANDUAN PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG HIJAU JAKARTA

VOL. 5

EFISIENSI AIR

daftar isi

PENDAHULUAN	2
Persediaan Air di Jakarta	3
Banjir dan Hilangnya Air Bersih	5
Eksplorasi Air Tanah yang Berlebihan dan Penurunan Tanah	5
<hr/>	
01 PERSYARATAN PERATURAN	8
PERLENGKAPAN & PERALATAN EFISIENSI AIR	8
SUMBER AIR ALTERNATIF PADA TAPAK	8
SISTEM PENGUMPULAN AIR HUJAN	10
SUB-METERING SISTEM PERSEDIAAN AIR	10
STANDARD YANG BERLAKU, PERATURAN TERKAIT LAINNYA	11
<hr/>	
02 PRINSIP DESAIN	12
PERLENGKAPAN SANITAIR YANG EFISIEN	14
Sistem Bilas yang Efisien	15
Keran Efisien Air	15
SUB-METERING PADA SEMUA SISTEM KONSUMSI AIR UTAMA	16
PENGGUNAAN KEMBALI AIR DAUR ULANG	17
EFISIENSI AIR MENARA PENDINGIN	19
PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC	22
PEMANFAATAN AIR HUJAN	23
Area Tangkapan Air Hujan	24
Talang	25
Pembilasan Pertama	26
Filter	25
Sistem Penyimpanan	26
SUMUR RESAPAN	27
Sistem Retensi Bio	28
<hr/>	
03 STUDI KASUS	30
<hr/>	
LAMPIRAN	33

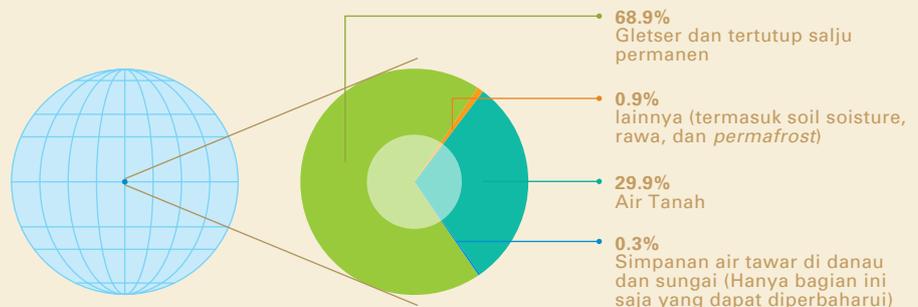
Efisiensi Air: Pendahuluan

Air adalah sumber daya yang sangat penting untuk kehidupan dan kesehatan yang baik, tetapi sekitar sepertiga dari populasi global tidak memiliki akses ke air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Meskipun sebagian besar dari planet kita mengandung air, sebagian besar adalah air asin dan dengan demikian tidak dapat dikonsumsi. **Volume Air tawar hanya 2,5% dari total air di bumi, dimana 70% nya terkunci dalam gletser dan tertutup salju permanen.** Sumber air yang terbatas digabungkan dengan kebutuhan air bersih yang besar secara global telah menyebabkan kelangkaan air di seluruh dunia.

G A M B A R . 0 1

Distribusi Air
Dunia Global¹

Dari 100% Air Global di dunia, sekitar 97,5% berupa air asin yang tidak bisa dikonsumsi, dan hanya sekitar 2,5% yang berupa air tawar.



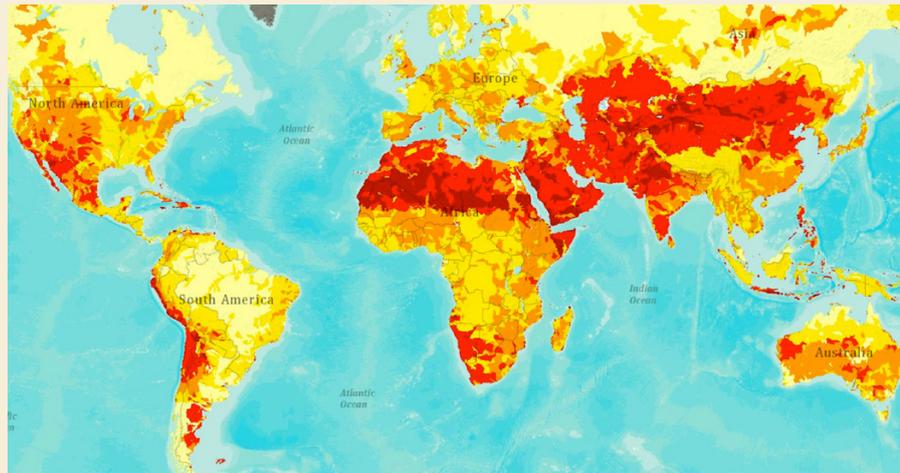
Situasi ini semakin buruk karena kebutuhan air meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan peningkatan penggunaan air dalam rumah tangga dan industri.

Hampir seperlima dari penduduk dunia (sekitar 1,2 miliar orang) tinggal di daerah yang langka air. Kelangkaan air dapat terjadi bahkan di daerah dengan banyak curah hujan atau beberapa sumber air bersih, jika tidak terlindung dengan baik, digunakan dan didistribusikan.

¹ Water Resources Institute. (<http://www.scienceforums.com>)

G A M B A R . 0 2

Risiko Air Global²



Jakarta menghadapi beberapa tantangan yang berkaitan dengan pengelolaan dan efisiensi air, walaupun memiliki pasokan alam yang cukup melalui sungai dan curah hujan. Tantangan-tantangan ini termasuk berkurangnya persediaan air bersih, banjir dan penurunan tanah akibat eksploitasi air tanah yang berlebihan.

PERSEDIAAN AIR DI JAKARTA

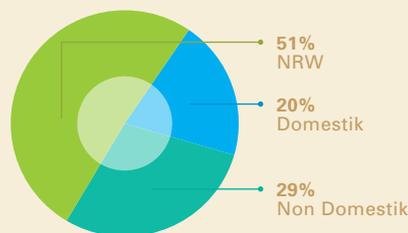
Meskipun Jakarta pada tahun 2010 menyatakan bahwa konsumsi air per kapita di Jakarta sebesar 78 liter/hari³, yang terlihat cukup baik dibandingkan dengan rata-rata 22 Kota Asia lainnya (278 liter/orang/hari), hal tersebut tidak menggambarkan keadaan secara keseluruhan. Ini hanya mewakili total volume air yang disalurkan melalui pipa dan dijual oleh perusahaan air, yang tidak memenuhi 46% kebutuhan air Jakarta. Kekurangan ini sebagian besar ditutup dengan pengambilan air tanah. Disamping itu, terdapat juga sistem distribusi air swasta yang memasok air minum kemasan untuk pasar dengan segmen yang besar. Sekitar 70% rumah tangga bergantung pada persediaan air tanah.

G A M B A R . 0 3

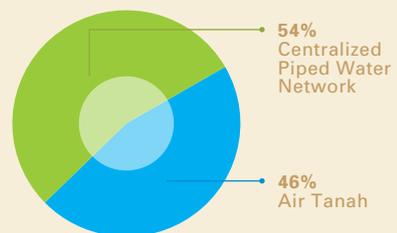
Persentase Persediaan dan Penggunaan Air di Jakarta⁴

Sumber: The Asian Development Bank.

Penggunaan Air Tahunan



Persediaan Air di Jakarta



² World Resources Insitute’s Aqueduct. (<http://www.wri.org/our-work/project/aqueduct>)

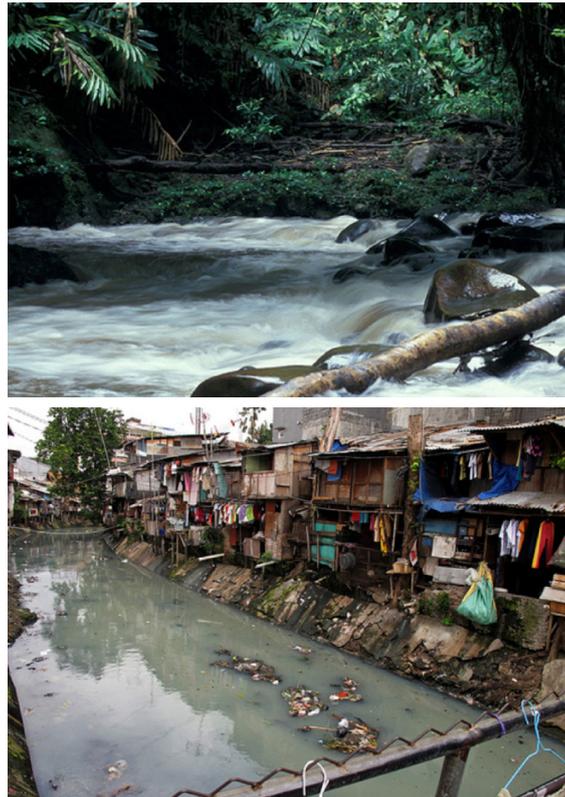
³ Siemens Asian Green Cities Index 2013. (<http://www.siemens.com/entry/cc/en/greencityindex.htm>)

⁴ Research report by The Asian Development Bank.2004. Water in Asian cities: Utilities’ Performance and Civil Society Views. (http://www.adb.org/sites/default/files/pub/2004/water_asian_cities.pdf)

Selain itu Jakarta kehilangan sekitar 50% dari pasokan air karena kebocoran⁵, yang merupakan salah satu peringkat tertinggi di Asia.

Jakarta dikaruniai dengan 13 sungai yang berpotensi dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air kota. Sayangnya sekali, sungai-sungai ini sangat tercemar setelah memasuki kota dan tidak dapat digunakan untuk pasokan air baku. Membersihkan sungai dan mengalihkan sumber polusi dapat memberikan sumber yang layak untuk kebutuhan air yang semakin meningkat di kota ini. Menurut laporan Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup DKI Jakarta (BPLHD) tahun 2011, 71% air sungai kota ini tercemar berat, 20% tercemar sebagian, dan 9% tercemar ringan.

G A M B A R . 0 4
Sungai-Sungai di Jakarta
Sebelum dan Sesudah
Memasuki Kota⁶



Pasokan air pipa perkotaan (PAM) di Jakarta ditandai dengan tingkat akses dan kualitas yang buruk. Keandalan, jangkauan yang terbatas dari jaringan pipa, biaya rendah air tanah, dan kualitas air merupakan faktor penting yang menyebabkan konsumen lebih suka menggunakan air tanah. Kecenderungan ini telah menyebabkan penggunaan air tanah yang berlebihan dan pencurian air tanah, yang menyebabkan penurunan tanah yang signifikan, polusi dan salinasi akuifer serta intensitas banjir yang meningkat.⁷

⁵ Berdasarkan sumber water lost through network.

⁶ The World Bank.

⁷ Law, Environment and Development Journal LEAD Journal, Volume5/L, at www.lead-journal.org

BANJIR & HILANGNYA AIR BERSIH

Jakarta mengalami banjir pada tahun 1996, 2002, 2007, dan 2013 dengan konsekuensi yang menghancurkan kehidupan manusia dan kondisi sosial-ekonomi. Banjir tahun 2007 menggenangi lebih dari 70% kota dan menyebabkan sekitar 450.000 penduduk kehilangan tempat tinggal mereka. Pengeluaran dalam pengendalian banjir pada periode 1995-2001 sebesar sekitar Rp 239 miliar (USD 23 juta).⁸

G A M B A R . 0 5

Banjir di Jakarta Tahun 2012-2013⁹



Banyak alasan penyebab peningkatan banjir telah dikemukakan, termasuk:

- Luasan ruang terbuka hijau yang menurun tajam mengakibatkan peningkatan limpasan air dan sedimentasi di sungai. Berkurangnya resapan air juga menjadi penyebab utama habisnya cadangan air tanah.
- Kurangnya sistem pembuangan sampah yang memadai, mengakibatkan polusi dan tersumbatnya sungai.

EKSPLOITASI AIR TANAH YANG BERLEBIHAN & PENURUNAN TANAH

Pengambilan air tanah yang secara signifikan lebih besar dibandingkan dengan kemampuan tanah untuk meresap air dan mengisi kembali cadangan air tanah, menyebabkan turunnya cadangan air tanah dan mempercepat penurunan muka tanah. Penurunan tanah pertama kali diidentifikasi ketika retakan ditemukan di jembatan Sarinah pada tahun 1978. Dalam 20 tahun terakhir, tanah telah turun hingga 57 cm di Jakarta Utara dan 28 cm di Jakarta Selatan. Dengan tingkat penurunan rata-rata yang mengkhawatirkan sebesar 10 cm/tahun, bersamaan dengan meningkatnya permukaan air laut, diperkirakan sekitar 32,5% dari wilayah Jakarta akan berada di bawah laut pada tahun 2050, yang akan menggusur jutaan orang dan mengakibatkan sebagian besar wilayah Jakarta utara tidak dapat dihuni (lihat **Gambar 6**).

⁸ Law, Environment and Development Journal LEAD Journal, Volume5/L, at www.lead-journal.org

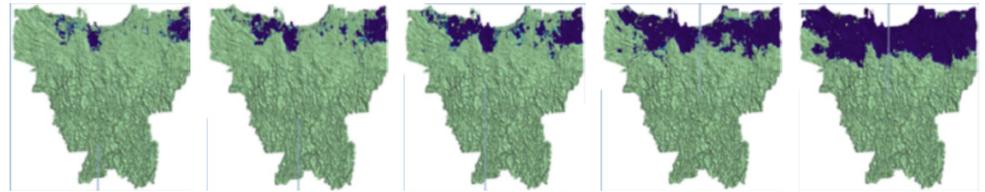
⁹ The World Bank.

G A M B A R . 0 6

Prediksi Kondisi Topografi Jakarta Tahun 2050¹⁰

-  Elevasi di bawah muka laut rata-rata
-  Elevasi di atas muka laut rata-rata

Dengan asumsi *subsidence rate* konstan dari tahun 2000-2050 dan *sea level rise* berada di 6 mm/tahun



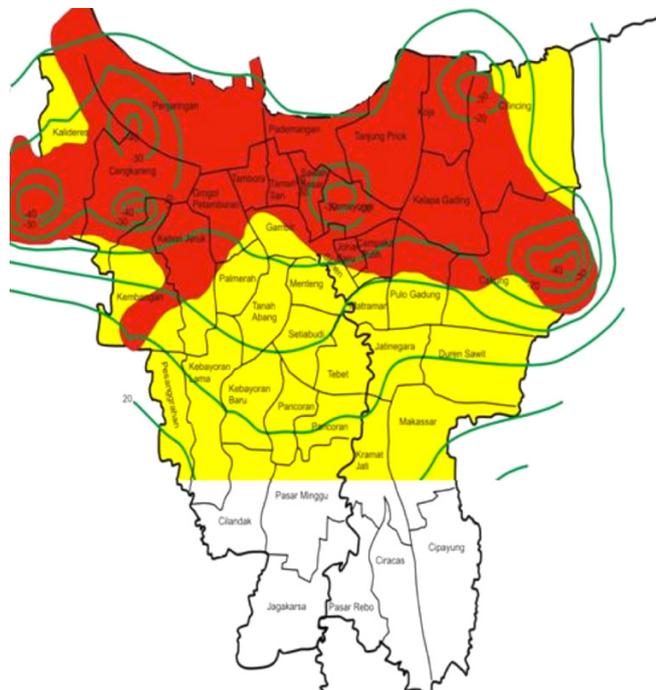
2000	2007	2012	2025	2025
Sekitar 5,1% wilayah DKI Jakarta berada di bawah MSL.	Sekitar 8,5% wilayah DKI Jakarta berada di bawah MSL.	Sekitar 12,1% wilayah DKI Jakarta berada di bawah MSL.	Sekitar 20,5% wilayah DKI Jakarta berada di bawah MSL.	Sekitar 32,5% wilayah DKI Jakarta berada di bawah MSL.

Sayangnya, sebagian besar bangunan berkepadatan tinggi yang membutuhkan pasokan air tanah dalam terletak di zona kritis air tanah. Hal ini menunjukkan pentingnya pengurangan konsumsi air dalam gedung dan menggunakan sumber air reklamasi dan sumber alternatif untuk meminimalkan dampak ekologis yang negatif.

G A M B A R . 0 7

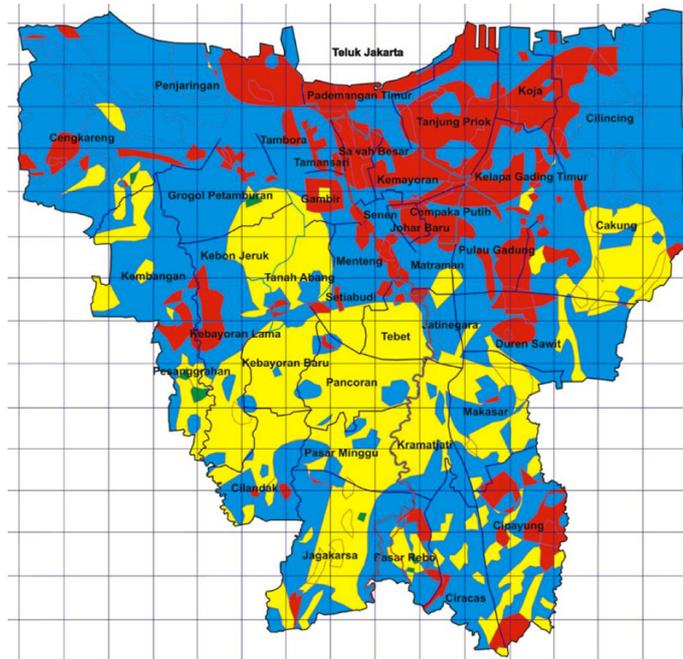
Kondisi Air Tanah Dalam di Jakarta Tahun 2003¹⁰

-  Zona Kritis
-  Zona Rawan
-  Zona Waspada



¹⁰ Firdaus, Indonesia Water Institute-2013.

G A M B A R . 0 8
 Kondisi Air Tanah Dangkal di
 Jakarta Tahun 2002¹⁰



Jelas bahwa masalah air di Jakarta perlu ditangani melalui pendekatan terpadu dengan pemanfaatan dan pengelolaan yang tepat untuk air permukaan, air tanah dan air hujan, serta limbah air yang diolah.

Peraturan ini mencoba untuk mengatasi tantangan-tantangan yang terkait dengan air di Jakarta dengan cara:

- Mengurangi kebutuhan air PDAM dan air tanah (melalui perlengkapan yang efisien, pemanfaatan air hujan, dan penerapan sistem daur ulang air).
- Mengurangi limpasan air hujan (melalui pengumpulan air hujan dan sumur resapan).

¹⁰ Firdaus, Indonesia Water Institute-2013.

01 *persyaratan peraturan*

PERSYARATAN PERATURAN 1

Perlengkapan dan Peralatan Efisiensi Air

PASAL

15

- (1) Keran/peralatan sanitair tidak boleh melebihi laju aliran (*flow rates*) maksimum dan kapasitas siram seperti tercantum di bawah ini.

TABEL 01

Persyaratan laju aliran perlengkapan air/kapasitas siram

PRODUK / PERLENGKAPAN	Persyaratan Kecepatan Aliran Maksimum/ Kapasitas Siram
Keran Mandi & <i>Mixers</i>	9 liter/menit
Keran Tempat Cuci Piring & <i>Mixers</i>	6 liter/menit
Keran Wastafel/Bip & <i>Mixers</i>	8 liter/menit
<i>Shower</i>	9 liter/menit
Tangki penyiraman (Per Penyiraman)	Penyiraman ganda 4.5 liter (penyiraman penuh)
Katup Siram Urinal (Per Penyiraman)	1,5 liter

Semua keran/perlengkapan sanitair harus memiliki kisaran tekanan dari 0,5 sampai 5,5 bars.

PERSYARATAN PERATURAN 2

Sumber Air Alternatif pada Tapak

PASAL

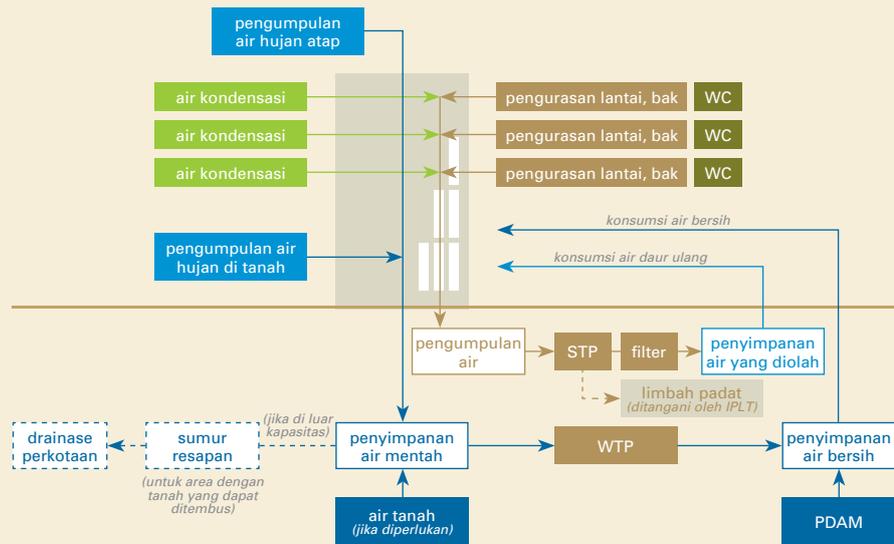
17

- (1) Air daur ulang dari Air Limbah Industri yang diolah harus digunakan untuk konsumsi air sekunder (*grey water*)
- (2) Air hasil AC kondensat harus digunakan untuk konsumsi air sekunder.
- (3) Irigasi lansekap harus menggunakan sumber air selain air tanah dan pipa air kota (PDAM).

Aplikasi dari sumber air alternatif dan penggunaannya harus mengikuti diagram skematik di **Gambar 9**.

G A M B A R . 0 9

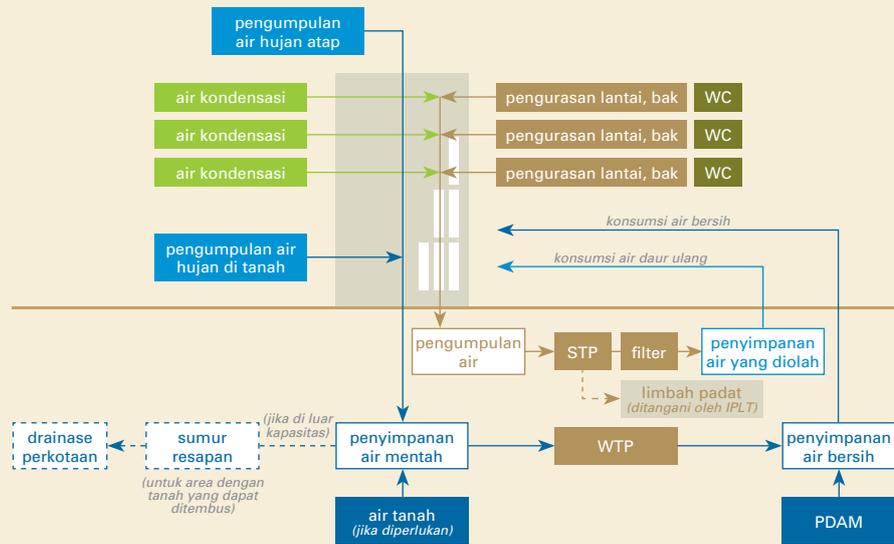
Diagram Skematik dari Sistem Air Bersih dan Air Daur Ulang (Pilihan 1)



Alternatif lainnya adalah menggunakan air kondensat AC dan air hujan sebagai sumber air alternatif (yang dipisahkan dari sistem air daur ulang), untuk lebih jauh lagi mengurangi konsumsi air PDAM dan air sumur dalam.

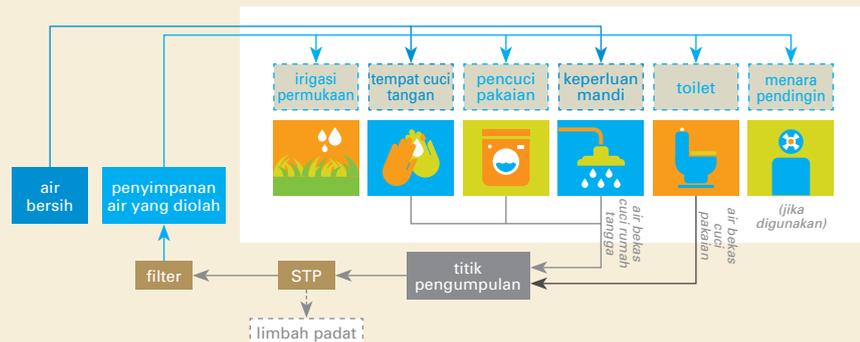
G A M B A R . 1 0

Diagram Skematik dari Sistem Air Bersih dan Air Daur Ulang (Pilihan 2)



G A M B A R . 1 1

Diagram Skematik dari Penggunaan Air Daur Ulang



P E R S Y A R A T A N P E R A T U R A N 3

Sistem Pengumpulan Air Hujan

P A S A L 2 2

- (1) Sistem pengumpulan air hujan perlu disediakan.
Volume sistem pengumpulan air hujan (dalam m³) harus 0,05 m (nol koma nol lima meter) x luas lantai tanah (dalam m²).
- (2) Sumur resapan dan kolam resapan harus disediakan sesuai dalam peraturan Gubernur No. 20 tahun 2013 tentang “Sumur Resapan”, yang ditunjukkan pada tabel berikut.

T A B E L . 0 2
Volume Sumur Resapan
Berdasarkan pada Luas
Dasar Bangunan

LUAS DASAR BANGUNAN (m ²)	VOLUME (m ³)
50	2
51 - 99	4
100 - 149	6
150 - 199	8
200 - 299	12
300 - 399	16
400 - 499	20
500 - 599	24
600 - 699	28
700 - 799	32
800 - 899	36
900 - 999	40

P A S A L 2 3

- (1) Menaikkan volume sistem pengumpulan air hujan sesuai keterangan di bawah, sebagai pengganti volume sumur dan kolam resapan pada lokasi dengan karakteristik:
 - a. Kedalaman permukaan air tanah adalah ≤ 1.5 m (satu koma lima meter) di musim hujan (muka air tanah tertinggi); dan/atau
 - b. Tanah dengan penyerapan air < 2 cm/jam (dua sentimeter per jam).
- (2) Skema perencanaan sistem pengumpulan air hujan harus mengikuti diagram sebagaimana tercantum dalam **Gambar 9** atau **Gambar 10** di atas.

P E R S Y A R A T A N P E R A T U R A N 4

Sub-metering Sistem Persediaan Air

P A S A L 1 6

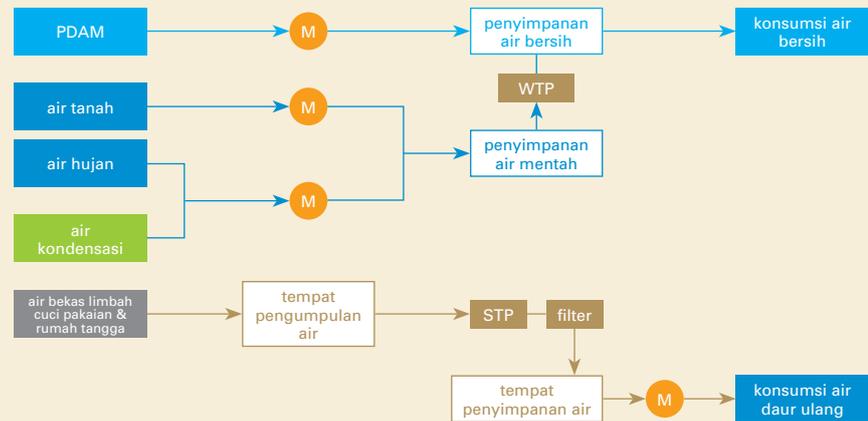
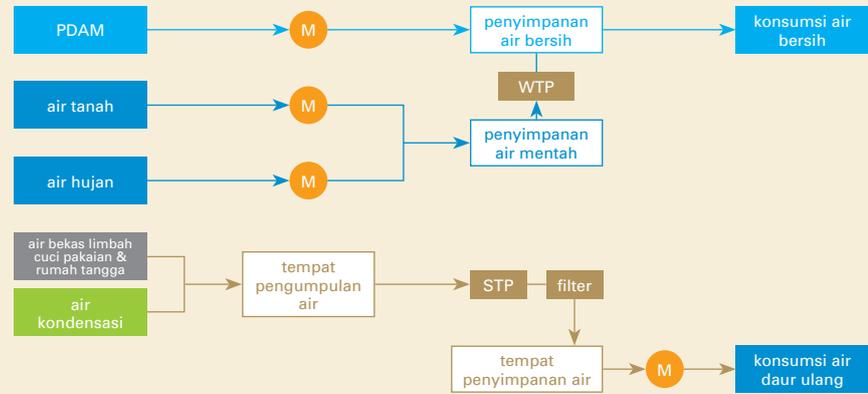
- (2) Perencanaan harus mencakup perencanaan penempatan alat ukur untuk konsumsi air (sub-meter air) pada lokasi-lokasi berikut:
 - a. sistem konsumsi air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan/ atau air tanah;
 - b. sistem daur ulang air; dan
 - c. sistem penyediaan air tambahan lainnya apabila pada dua sistem yang disebutkan di atas tidak mencukupi.

Untuk memenuhi persyaratan, minimal 4 sub-meter harus dipasang mengikuti diagram skematik yang ditunjukkan pada **Gambar 12** di bawah ini:

G A M B A R . 1 2

Diagram Skematik Sistem Sub-metering

M meter air



Contoh sistem sub-metering air yang lebih rinci untuk pengelolaan dan efisiensi air yang lebih baik dibahas pada bagian **Prinsip Desain** dari pedoman pengguna ini.

STANDAR YANG BERLAKU

Peraturan Terkait Lainnya

- (1) Manajemen Permintaan, Sub-metering Sistem Penyediaan Air Minum, Kontrol Ekstraksi Air Tanah (Pergub 156 Tahun 2010 tentang Penghematan Energi dan Air).
- (2) Sistem Pemanenan Air Hujan dan Kebijakan Nol Limpasan/*Zero run-off policy* (Pergub 20 Tahun 2013 tentang Sumur Resapan).
- (3) SNI 03-6481 tentang Sistem Pipa Saluran Air.
- (4) SNI 03-7065-2005 tentang Pedoman Desain Sistem Pipa Saluran Air.

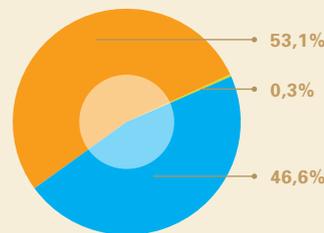
02 *prinsip desain*

Memahami pola pemanfaatan air dalam gedung penting untuk mengembangkan sistem yang efisien dan strategi pengelolaan air yang efektif. Grafik di bawah ini menunjukkan penggunaan air pada umumnya yang terbagi dalam fasilitas komersial dan institutional pada umumnya di Singapura. Pola penggunaan air di Jakarta diperkirakan akan cukup mirip dengan pola ini.

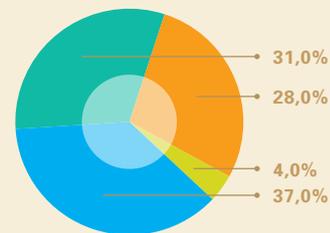
G A M B A R . 1 3
Pemisahan Penggunaan Air pada Umumnya di Singapura¹¹



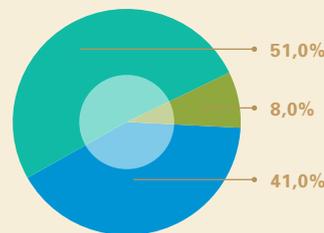
Sekolah



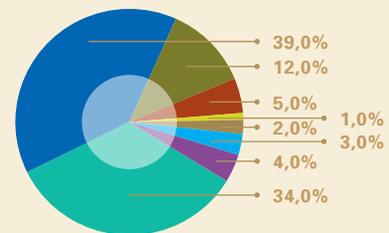
Gedung Kantor Pemerintahan



Gedung Kantor Komersial



Hotel



¹¹ Singapore PUB (Public Utilities Board). The National Water Agency of Singapore. 2011. Water Efficient Building Design Guide Book. Singapore: Stallion Press.

Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 13**, sebagian besar air digunakan bukan untuk keperluan air bersih (*non-potable*), terlepas dari tipe gedung. Hal ini menunjukkan peluang penghematan air yang besar melalui sistem air daur ulang, pemanfaatan air hujan dan air kondensat AC, yang sesuai untuk irigasi, cuci umum, pembilas toilet, sistem pendingin, atau konsumsi air lainnya yang tidak memerlukan air bersih (*potable*).

Menggunakan air hujan dan kondensat AC sebagai sumber air alternatif sangat menjanjikan karena Jakarta memiliki karakter iklim tropis dengan curah hujan dan kelembaban yang relatif tinggi.

Penghematan air yang signifikan juga dapat diperoleh melalui pemanfaatan perlengkapan sanitair dan keran air yang efisien. Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 3** di bawah ini, dengan memasang perlengkapan sanitair dan keran yang efisien pada area ini dapat menghasilkan penghematan air yang cukup besar.

TABEL 03

Area dengan Potensi Perbaikan Utama¹²

JENIS BANGUNAN	Area dengan Potensi Perbaikan Utama								
	Toilet	Pancuran	Wastafel	Binatu	Dapur	Pemanas/Pendingin	Petamanan	Kolam	Sterilisasi
Area Perumahan	•	•	•						
Hotel	•	•	•	•	•	•	•	•	
Rumah Sakit	•	•	•	•		•	•		•
Sekolah	•		•		•		•		
Perkantoran	•		•			•	•		
Pusat Perbelanjaan	•		•		•	•	•	•	

Mengurangi konsumsi air dari sumber primer (seperti PDAM dan sumur) memiliki beberapa keuntungan. Biaya penyediaan air meningkat tajam sejalan dengan peningkatan permintaan dan berkurangnya pasokan. Dengan demikian, setiap penurunan konsumsi air secara langsung mengurangi biaya penyediaan air dan biaya pembuangan air limbah pada bangunan. Hal ini juga dapat mengurangi biaya yang terkait dengan energi, seperti pengolahan, operasional pompa, dan pemanasan air. Ukuran dan kapasitas sistem penyediaan, penyimpanan, dan pembersihan air dalam bangunan gedung juga dapat dikurangi untuk menghemat biaya modal.

Beberapa cara yang paling efektif untuk mengurangi konsumsi air bersih dalam gedung adalah:

1. Peralatan yang efisien.
2. Sub-metering dari semua sistem konsumsi air utama.
3. Daur ulang air bekas.
4. Efisiensi air menara pendingin (*cooling tower*).
5. Pemanfaatan air kondensat AC.
6. Pemanfaatan air hujan.

¹² Arab Forum for Environment and Development (AFED). 2011. *Water Efficiency Handbook, Second Edition*.

PERALATAN YANG EFISIEN

Perlengkapan sanitair yang efisien saat ini sudah banyak tersedia. Pengurangan konsumsi air secara langsung, dengan menggunakan peralatan sanitair dan keran yang efisien, mengurangi biaya pasokan air gedung dan biaya pembuangan air limbah. Sebagai contoh, pengurangan 62% dalam penggunaan air dicapai pada sebuah tempat perhentian yang dilengkapi dengan toilet *ultra-low-flow* dan tempat urinal tanpa air (*water less*).¹³ **Tabel 4** di bawah menguraikan laju alir maksimal yang direkomendasikan atau kapasitas bilas (*flush capacity*) untuk mengurangi konsumsi air.

TABEL 04

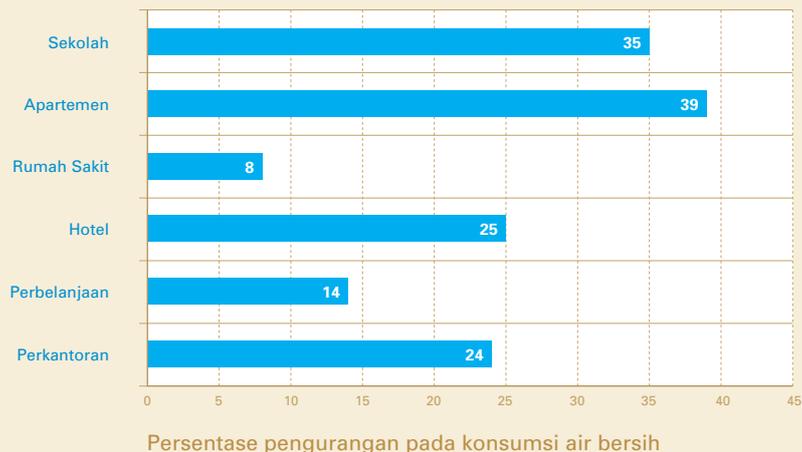
Peralatan Efisien pada Umumnya

PRODUK / PERLENGKAPAN	Laju Alir Maksimal/Kapasitas Menyiram	
	Persyaratan	Yang Dianjurkan
Keran <i>shower & Mixers</i>	9 liter/menit	7 liter/menit
Keran tempat cuci & <i>Mixers</i>	6 liter/menit	4 liter/menit
Pancuran (<i>shower head</i>)	9 liter/menit	7 liter/menit
Keran wastafel/bip & <i>Mixers</i>	8 liter/menit	6 liter/menit
Tangki penyiraman	4.5 liter (penyiraman penuh)	4 liter (penyiraman penuh)
Tempat urinal & katup siram urinal	1,5 liter	1 liter

Analisis untuk berbagai jenis gedung di Jakarta telah menunjukkan penghematan konsumsi air antara 8% dan 39% melalui penggunaan perlengkapan sanitair dan keran yang efisien.

GAMBAR 14

Potensi Penghematan Dengan Menggunakan Perlengkapan Sanitair dan Keran yang Efisien¹⁴



¹³ American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE). 2006. *ASHRAE green guide: The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings*. USA.

¹⁴ IFC analysis for Jakarta.

SISTEM BILAS YANG EFISIEN

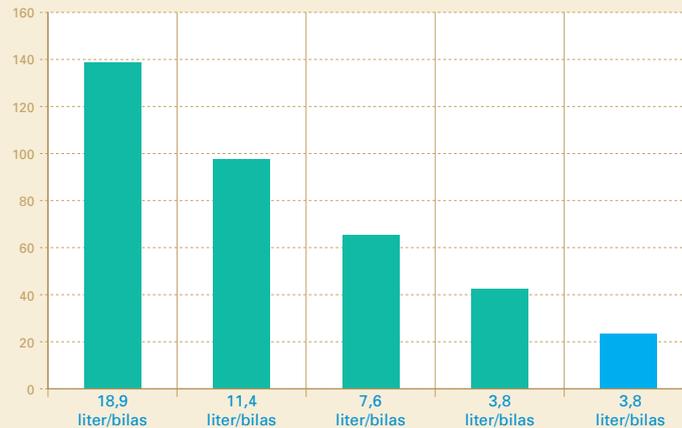
Dari semua perlengkapan sanitair pada bangunan komersial dan perumahan, pembilasan toilet pada umumnya mengkonsumsi paling banyak air bersih. Dalam beberapa kasus, pembilasan toilet dapat menambah hingga 75% dari total penggunaan air dalam gedung. Sistem bilas ganda yang efisien hanya menggunakan sekitar 4,5 liter untuk penyiraman penuh dan 3 liter untuk setengah penyiraman, dapat mengurangi konsumsi air secara signifikan.

G A M B A R . 1 5

Efisiensi Penggunaan Sistem Pembilas Ganda¹⁵

 Pembilas Tunggal
 Pembilas Ganda

Tipikal Konsumsi Air Sistem Pembilasan Toilet (m³/tahun)



Pembilasan urinal juga dapat mengkonsumsi banyak air, yang menurut perkiraan dapat mencapai hingga 20% dari total penggunaan air pada sebuah tipikal bangunan komersial. Urinal tanpa air benar-benar menghilangkan penggunaan air di urinal dengan menggunakan salah satu katup dan cartridge yang mencegah aliran balik dan bau. Untuk urinal yang menggunakan air, dianjurkan untuk menggunakan volume bilas sebesar **1 Liter/bilas** atau kurang.

KERAN EFISIEN AIR

Mencuci tangan dan wudhu dapat menghabiskan banyak air pada tipikal gedung-gedung di Jakarta. Keran yang menggunakan sampai 23 liter/menit masih digunakan di beberapa gedung, meskipun keran efisien yang menggunakan air 7 liter/menit juga tersedia. Laju aliran (*flow rates*) yang lebih rendah dapat dicapai jika keran dilengkapi dengan **keran aerator**. Sebuah studi yang dilakukan oleh Public Utilities Board (PUB) Singapura menunjukkan bahwa tingkat aliran sampai dengan 2 liter/menit mungkin sudah memadai untuk keperluan normal di toilet.

Keran Pancuran yang Efisien. Pancuran biasanya memiliki laju aliran hingga sekitar 12 liter/menit. Perlengkapan pancuran yang efisien membantu mengurangi penggunaan air tanpa mempengaruhi tingkat kenyamanan tekanan air bagi pengguna.

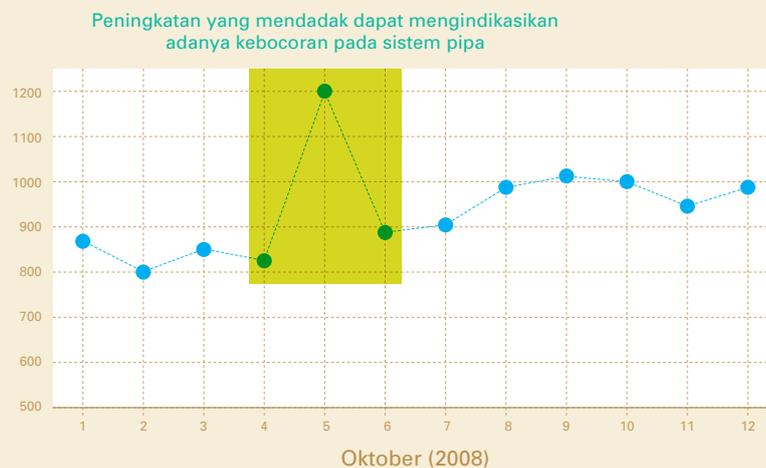
¹⁵ The Renovator's Supply, Inc. How a Dual Flush Toilet is Better than Standard Toilet. (<http://www.rensup.com/blog/post/dual-flush-toilets>)

SUB-METERING PADA SEMUA SISTEM KONSUMSI AIR UTAMA

Sebuah strategi yang sangat penting dalam pengelolaan air adalah pemantauan konsumsi air dengan menggunakan sub-meter. Meskipun penggunaan meteran air tidak dapat menghemat air secara langsung, penggunaannya memiliki dampak tidak langsung dengan meningkatkan kesadaran pengguna terhadap konsumsi air. Pengukuran penggunaan air secara akurat dapat membantu manajer gedung mengidentifikasi area yang harus lebih diefisienkan dan untuk melacak kemajuan dari program efisiensi air yang diterapkan. Sub-meter juga dapat membantu mengidentifikasi adanya kebocoran dan kerusakan keran dan peralatan sanitair lainnya.

GAMBAR 16

Contoh Grafik
Konsumsi Air¹⁶



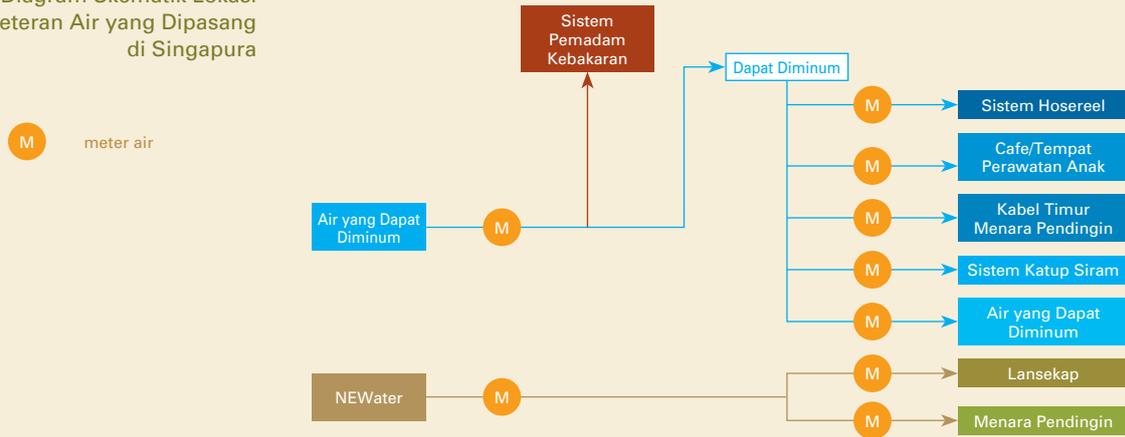
Meskipun peraturan yang ada mengatur pemasangan sub-meter hanya pada pasokan sumber air utama dan sumber air alternatif, penggunaan sub-meter untuk sistem konsumsi air sangat dianjurkan. Sistem sub-metering dan pencatatan konsumsi air membantu manajer gedung membatasi konsumsi air yang berlebihan dan menangani masalah kebocoran dalam setiap sistem penggunaan air. Sebagai contoh, instalasi sistem sub-metering di University of California, gedung-gedung di kampus Berkeley di Amerika Serikat mengungkapkan bahwa 71% dari perlengkapan sanitair yang digunakan mengkonsumsi 7,6-15 liter/bilas, yang lebih tinggi dari spesifikasi seharusnya sebesar 6 liter/bilas. Hal ini menunjukkan adanya kebocoran dalam sistem, dan dengan memperbaiki masalah tersebut dapat membantu penghematan air yang signifikan.¹⁷

¹⁶ Singapore PUB (Public Utilities Board). The National Water Agency of Singapore. 2011. *Water Efficient Building Design Guide Book*. Singapore: Stallion Press.

¹⁷ The Green Initiative Fund. University of California, Berkeley. *Water Metering and Sub-Metering of UC Campus Buildings*. (<http://tgif.berkeley.edu/index.php/funded-projects/projectstatuses/61-watermetering>)

G A M B A R . 1 7

Diagram Skematik Lokasi Meteran Air yang Dipasang di Singapura



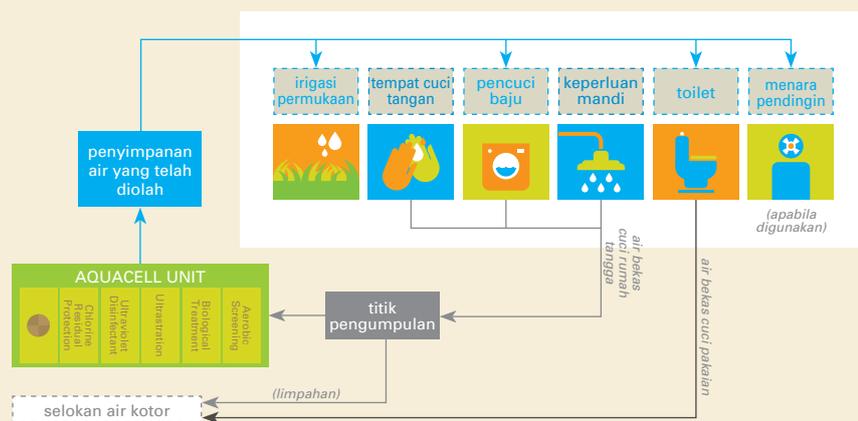
Sumber: The Renovator's Supply, Inc. How a Dual Flush Toilet is Better than Standard Toilet. (<http://www.rensup.com/blog/post/dual-flush-toilets>)

PENGGUNAAN KEMBALI AIR DAUR ULANG

Dalam bangunan komersial yang memerlukan air mandi, air cuci piring, dan air binatu, pemanfaatan air daur ulang yang diolah kembali dapat memberikan pengembalian investasi yang layak. Pemanfaatan kembali air daur ulang dapat digunakan untuk beberapa penerapan seperti bilas toilet, penambahan air (*make-up water*) menara pendingin, dan irigasi.

G A M B A R . 1 8

Proses Pengolahan Air Bekas Pakai yang Sederhana



Air daur ulang biasanya tidak cocok untuk digunakan sebagai air minum. Penggunaan air daur ulang harus dievaluasi secara cermat karena bahan kimia berbahaya dapat digunakan untuk mengolah air daur ulang tersebut.

G A M B A R . 1 9

Sistem Daur Ulang Air yang Diterapkan di Plaza Indonesia¹⁸



Penerapan sistem daur ulang air memerlukan perencanaan dan perancangan yang jauh lebih rumit dan biaya konstruksi yang lebih mahal, serta adanya risiko kontaminasi dan polusi jika salah kelola. Biaya operasional untuk sistem yang lebih kompleks juga bisa lebih tinggi, dengan pengembalian investasi yang berpotensi mundur. Sistem pemeliharaan dan perawatan juga memainkan faktor penting dalam memilih metode konservasi air ini. Filter, pompa, dan tempat pengolahan semuanya membutuhkan perhatian. Sistem daur ulang air pakai biasanya hemat biaya pada perhotelan dan gedung dengan fungsi serupa, yang memerlukan air dengan volume tinggi, penggunaan air kontaminasi non-biologis yang teratur, seperti untuk kepentingan binatu ditambah dengan beban penggunaan air sekunder (*non-potable*) juga besar seperti bilas toilet dan irigasi lansekap.

Sistem pipa untuk air daur ulang harus dipisahkan secara jelas dari sistem air kotor untuk mencegah kontaminasi.

Sistem air daur ulang pada perumahan di daerah perkotaan biasanya terbatas pada air dari kamar mandi. Sebuah solusi inovatif dari Jepang (**Gambar 20** di bawah), menggabungkan wastafel dengan tangki air toilet. Air yang digunakan dari wastafel dikumpulkan dalam tangki dan digunakan untuk penyiraman toilet.

G A M B A R . 2 0

Toilet dengan Sistem Air Bekas



Universitas Texas di Austin telah fokus pada pemulihan dan menggunakan kembali air dari sumber-sumber alternatif pada tapak untuk membantu kebutuhan air sekunder (*non-potable*). *Retrofits* termasuk penggunaan air kondensat AC, air pendingin aliran tunggal, air

hujan, dan pondasi air tanah untuk *make-up cooling tower* dan irigasi rumput, telah mengurangi penggunaan air bersih lebih dari 33% dan menghemat lebih dari 6 juta m³ air secara total sejak program ini dimulai pada tahun 1980-an.¹⁹

¹⁸ Firdaus and Indonesian Water Institute. 2012.

EFISIENSI AIR MENARA PENDINGIN

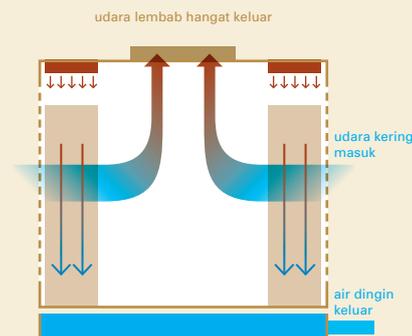
Penggunaan air untuk menara pendingin (*cooling tower*) pada gedung komersial yang terletak di iklim yang panas dan lembab dapat mencapai sepertiga sampai setengah dari total penggunaan air gedung. Beberapa menara pendingin dapat menggunakan air bekas (dan jenis lain dari air daur ulang) jika kriteria kualitas air tertentu dapat terpenuhi.

GAMBAR . 2 1

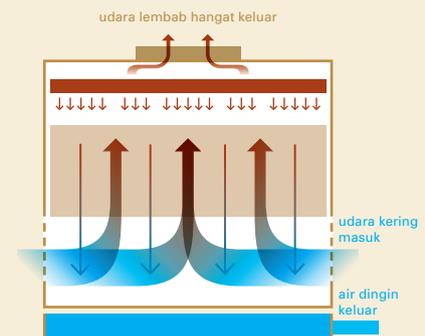
Dua Jenis Aliran Udara pada Menara Pendingin; Menara Pendingin *Counterflow* (Kiri), dan Menara Pendingin *Crossflow* (Kanan)²⁰

-  Bak Air Dingin
-  Media Pengisi
-  Distribusi Air Panas
-  Louvre untuk Udara Masuk

Menara Pendingin *Counterflow*



Menara Pendingin *Crossflow*

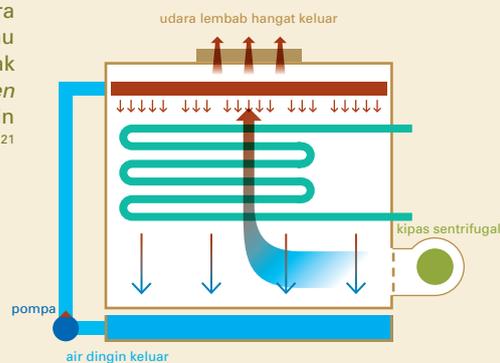


GAMBAR . 2 2

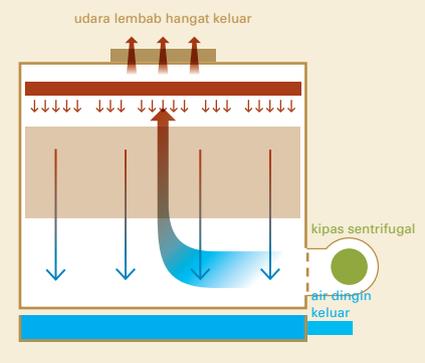
Dua Jenis Sirkuit Refrigerant Pada Menara Pendingin; *Closed* atau Menara Pendingin Tidak Langsung (Kiri) dan *Open* atau Menara Pendingin Langsung (Kanan)²¹

-  Bak Air Dingin
-  Media Pengisi
-  Distribusi Air Panas

Menara Pendingin Tidak Langsung



Menara Pendingin Langsung



Untuk mengurangi penggunaan air pada menara pendingin, desainer harus fokus pada dua faktor yang dapat dikendalikan: **drift** (tetesan air yang dibawa keluar dari menara pendingin dengan pembuangan udara) dan **blowdown** (pembuangan air sirkulasi untuk mempertahankan jumlah padatan terlarut dan kotoran lainnya dan pada tingkat yang dapat diterima, yang ditandai oleh konduktivitas listrik air). Penguapan merupakan bagian integral dari kinerja menara pendingin dan tidak dapat dikurangi tanpa pengurangan kinerja yang dapat ditoleransi.

¹⁹ Water Sense, a US Environmental Protection Agency (EPA) program. 2012. *Watersense at Work: Best Management Practice for Commercial and Institutional Facilities Guidebook*.

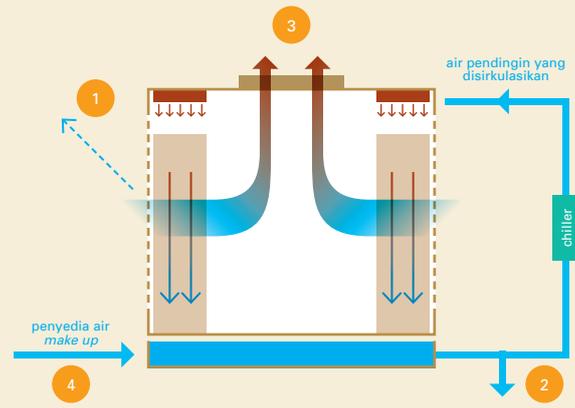
²⁰ Waterhouse Engineered Water. Tower Design. (http://engineeredwater.us/tower_design)

²¹ Betterbricks Powerful Energy Ideas, Delivered by NEEA. Cooling Tower. (<http://www.betterbricks.com/building-operations/cooling-towers#TypesOfCoolingTowers>)

G A M B A R . 2 3

Empat Cara Air Meninggalkan Sistem Menara Pendingin

-  Bak Air Dingin
-  Media Pengisi
-  Distribusi Air Panas
-  Louvre untuk Udara Masuk



- 1 Hanyut
- 2 Tertiuap
- 3 Air yang Diuapkan
- 4 Kebocoran & Limpahan

Drift dapat dikurangi dengan nampun rata atau eliminator *drift*. Mengurangi *blowdown* ke tingkat minimum yang konsisten dengan praktek pengoperasian yang baik dapat menghemat volume air secara signifikan. Mengurangi *blowdown* adalah sama dengan meningkatkan siklus air kondenser konsentrasi, yang dapat dilakukan dengan banyak cara. Salah satu cara meningkatkan siklus konsentrasi, dengan tetap menjaga menara pendingin dan kinerja *chiller* adalah melalui penggabungan program pengolahan air yang baik secara kimiawi dan pengamatan parameter air secara cermat.

Efisiensi air relatif dari menara pendingin biasanya diukur dengan menghitung siklus konsentrasi. Siklus konsentrasi dapat diukur dengan membagi konduktivitas air dalam menara air dengan konduktivitas air tambahan baru yang masuk. Banyak sistem beroperasi pada **dua** sampai **empat** siklus konsentrasi, sementara enam siklus atau lebih juga memungkinkan. Meningkatkan siklus dari tiga sampai enam mengurangi volume air untuk *make-up* menara pendingin sebesar **20 persen** dan menara pendingin *blowdown* sebesar **50 persen**.

G A M B A R . 2 4

Penggunaan Air Menara Pendingin Pada Berbagai Siklus Konsentrasi untuk Kapasitas 100-Ton²²

Penggunaan Air Menara Pendingin pada Perputaran yang Bervariasi untuk Menara 100 Ton



²² EPA Water Sense. 2012. *Best Management Practice for Commercial and Institutional Facilities*.

TABEL 05

Persen Air Make-up yang Dihemat dengan Memaksimalkan Siklus Konsentrasi²³

		RASIO KONSENTRASI BARU (CRf)										
RASIO KONSENTRASI AWAL (Cn)		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	1,5	33%	44%	50%	53%	56%	58%	60%	61%	62%	63%	64%
	2,0	-	17%	25%	30%	33%	38%	40%	42%	43%	44%	45%
	2,5	-	-	10%	16%	20%	25%	28%	30%	31%	33%	34%
	3,0	-	-	-	7%	11%	17%	20%	22%	24%	25%	26%
	3,5	-	-	-	-	5%	11%	14%	17%	18%	20%	21%
	4,0	-	-	-	-	-	6%	10%	13%	14%	16%	17%
	5,0	-	-	-	-	-	-	4%	7%	9%	10%	11%
	6,0	-	-	-	-	-	-	-	3%	5%	6%	7%

Perbaikan halus dan modifikasi ke dalam sistem air kondenser ini harus disertakan dalam instalasi pada tahap perencanaan dan perancangan untuk mendapatkan penghematan air yang signifikan dari awal dan menghasilkan sistem yang efisien. Meminimalkan kehilangan air kondensor, memastikan pengolahan air yang tepat, dan sistem pemeliharaan yang menerus akan menghemat jumlah penggunaan air secara signifikan.

Pada tahun 2003, Pusat Sains Lingkungan - The Environment Science Centre (dengan total luas 15,124.52 m²) di Fort Meade, Maryland, menghemat 2.006 m³ air dan sekitar \$ 1.800 dengan mengurangi *blowdown* menara pendingin.²⁴

Referensi tambahan:
The Australian Institute of Refrigeration, Air Conditioning and Heating, Best Practise Guidelines. Water Conservation in Cooling Towers (http://www.airah.org.au/imis15_prod/content_files/bestpracticeguides/bpg_cooling_towers.pdf)

Di Australia, efisiensi air menara pendingin dilakukan dengan:

- Perakitan katup apung secara benar.
- Memasang meter daya konduksi dan sistem otomatisasi *blowdown* pada tingkat daya konduksi yang telah ditentukan di dalam air yang disirkulasikan kembali.
- Melaksanakan pemeliharaan “berbasis-kinerja”.
- Mengurangi beban panas dengan meningkatkan efisiensi energi gedung dan aktivitas yang menggunakan energi yang akan mengurangi beban panas pada menara pendingin dan AC.
- Meningkatkan efisiensi seluruh AC dengan meningkatkan sistem atau pengolahan limbah.

²³ Water Sense, a US Environmental Protection Agency (EPA) program. 2012. *Watersense at Work: Best Management Practice for Commercial and Institutional Facilities Guidebook*.

²⁴ US Environmental Protection Agency. Top 10 Water Management Techniques. (<http://www.epa.gov/ointrnt/water/techniques.htm>)

PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC

Dalam beberapa sistem AC, pemanfaatan air kondensat untuk keperluan seperti irigasi, *make-up* menara pendingin, dan penyiraman toilet, sangat mungkin untuk dilakukan. Dalam iklim panas-lembab, kondensat dari AC bisa menjadi sumber yang baik untuk air yang bersih dan dingin yang sangat cocok untuk digunakan kembali.

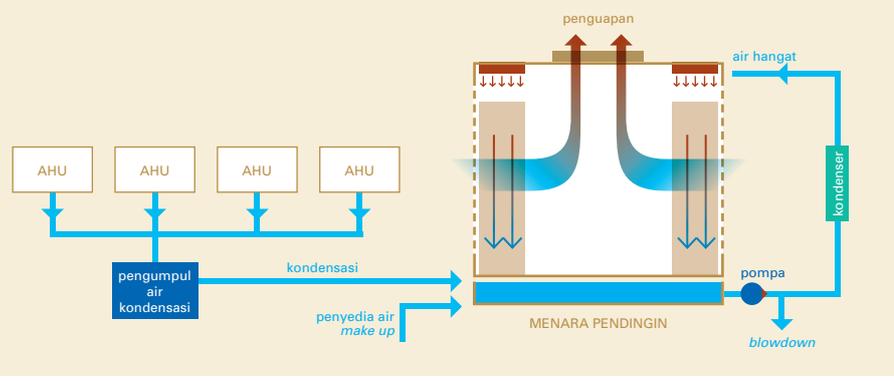
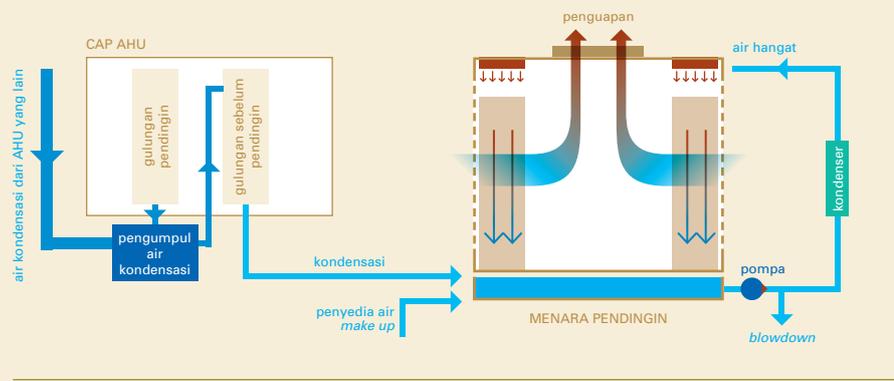
Volume kondensat yang dihasilkan tergantung pada beban pendinginan, suhu dan kelembaban setempat, volume udara segar, dan target suhu dan kelembaban ruangan. Sebagai aturan praktis, 0,1 sampai 0,3 galon/jam air kondensat dapat dihasilkan per ton pendinginan²⁵. Dalam iklim panas-lembab, produksi kondensat puncak selama musim panas dapat diasumsikan menjadi sekitar 0,5-0,6 gph/1000 ft² atau 1,9-2,27 l/h/93m² area yang didinginkan.

Universitas Rice di Amerika Serikat mengumpulkan air kondensat dari beberapa gedung untuk digunakan dalam menara pendingin terpusat sebagai tambahan air (*make-up water*). Sistem ini diperkirakan menghemat setidaknya 45,4 juta liter air per tahun, yang setara dengan sekitar 5% sampai 6% dari konsumsi air tahunan di Universitas Rice.

GAMBAR 25

Diagram Skematik Air Kondensat untuk *Water Make-up* Menara Pendingin²⁶

-  Bak Air Dingin
-  Media Pengisi
-  Distribusi Air Panas
-  Louvre untuk Udara Masuk



²⁵ Guz, Karen. 2005. Condensate Water Recovery. Published in ASHRAE Journal. (Vol 47, No. 6, June 2005).

²⁶ Lucina and Sekhar, 2012. Energy and water conservation from AHU in hot and humid climate. Energy and Building Journal volume 45.

United World College (UWC) Asia Tenggara - Kampus East, Singapura, memanfaatkan sekitar 1400 m³ air kondensat dalam 5 bulan pengoperasian pertama (Agustus-Desember). Air kondensat yang dimanfaatkan mengurangi konsumsi air bersih untuk *make-up* menara pendingin serta juga mengurangi suhu air kondensator untuk sistem HVAC.

Sistem HVAC gedung G+20 lantai dengan AHU biasanya dapat menghasilkan 2.600 liter air kondensat dalam 24 jam dan 78.000 liter dalam satu bulan pada tipikal musim panas, yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan penggunaan air bersih dan menhemat sejumlah besar energi dan mengurangi 0,54284 kg CO₂e emisi karbon per kWh.²⁷

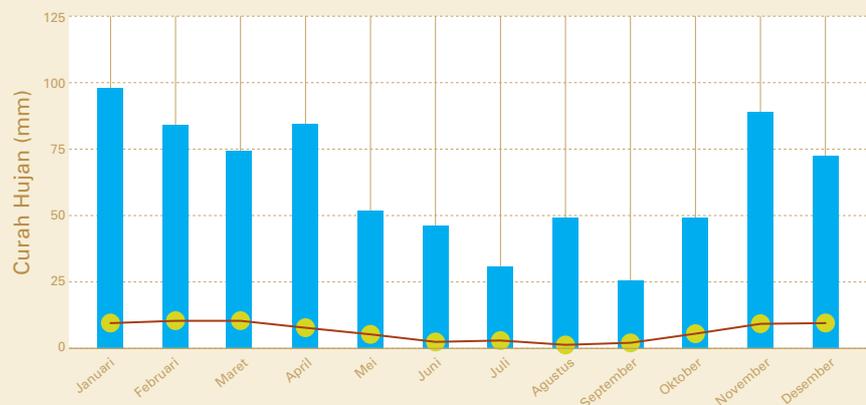
PEMANFAATAN AIR HUJAN

Jakarta secara rata-rata mendapat sekitar 1800 mm curah hujan per tahun, sebagian besar antara November dan April. Untuk area atap 30 m², sebuah tangki dengan kapasitas 5,5 m³ dapat memberikan pasokan air sekunder harian sekitar 60 liter. Hal ini menggaris bawahi potensi penghematan air melalui pemanfaatan air hujan.²⁸

G A M B A R . 2 6

Data Curah Hujan Rata-rata di Jakarta²⁹

■ Curah Hujan (mm)
● Hari Curah Hujan rata-rata



Pemanfaatan air hujan dapat dilaksanakan dengan mengumpulkan air di atap (*roof catchment*), dan mengumpulkan air di tanah (*ground catchment*). Air hujan yang disimpan dapat digunakan untuk binatu, bilas toilet dan urinal, mencuci mobil, serta penggunaan air dekoratif (misalnya air mancur). Pemanfaatan ini bahkan dapat digunakan untuk *make-up* menara pendingin. Kegunaan utama dari pemanfaatan air hujan ada dua.

²⁷ Khan, Shahid Ali. 2013. Conservation of Potable Water Using Chilled Water Condensate from Air Conditioning Machines in Hot&Humid Climate. Published in International Journal of Engineering and Innovative Technology Volume 3, Issue 2.

²⁸ UN. Habitat. Blue Drop Series on Rainwater Harvesting and utilization-Book 2: Beneficiaries and Capacity Building. (http://www.unwac.org/new_unwac/pdf/WATSAN_Normative_Pubs/Blue_Drop_Series_02_-_Capacity_Building.pdf)

²⁹ UN. Habitat. Blue Drop Series on Rainwater Harvesting and utilization - Book 2: Beneficiaries and Capacity Building. (http://www.unwac.org/new_unwac/pdf/WATSAN_Normative_Pubs/Blue_Drop_Series_02_-_Capacity_Building.pdf)

Pertama, mengurangi kebutuhan pasokan PDAM atau ekstraksi air tanah. Kedua, juga mengurangi limpasan air hujan ke sistem drainase kota sehingga mengurangi masalah banjir tahunan di Jakarta.

Gambar 27 di bawah ini menguraikan pemanfaatan air hujan yang memungkinkan berdasarkan pada jenis gedung komersial dan area tangkapan air hujan.

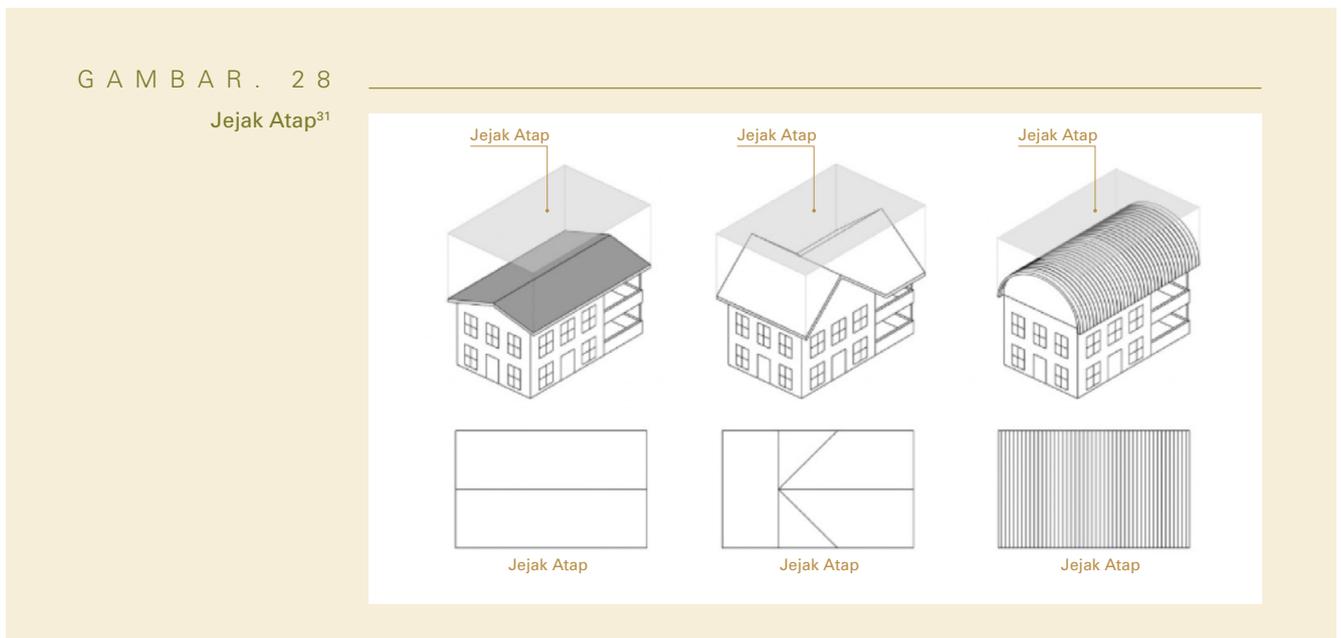
G A M B A R . 2 7
Kemungkinan Penggunaan Air Hujan untuk Bangunan Komersial³⁰

	AIR HUJAN (Hanya Atap)	AIR BADAI (Atap & Tanah)
Fasilitas/Kamar Mandi	■	■
Dapur/Persiapan Makanan	■	■
Sistem Air Panas	■	■
Penyiram Toilet	■	■
Binatu	■	■
Pengairan	■	■
Pencucian Kendaraan	■	■
Menara Pendingin	■	■
Kolam Air <i>Top Up</i>	■	■
Air Proses Lainnya	■	■

■ Dapat Diterima
■ Memungkinkan
■ Tidak Direkomendasikan

AREA TANGKAPAN AIR HUJAN

Ukuran area tangkapan air pada atap akan menentukan berapa banyak air hujan yang dapat dimanfaatkan. Area tersebut berdasarkan pada “jejak” dari atap, yang dapat dihitung dengan mencari luas gedung ditambah area teritisan.



³⁰ Davidson, Guenter Hauber; Water Conservation Group. Supplementing Urban Water Supplies Through Industrial and Commercial Rainwater Harvesting Schemes. (http://www.watergroup.com.au/download/P_RWH-integrUrbWatSuplyGHDv1a070308.pdf)

³¹ Texas A & M Agrilife Extension. Rainwater Harvesting, Catchment Area. (<http://rainwaterharvesting.tamu.edu/catchment-area/>)

Persamaan di bawah ini memperlihatkan perhitungan untuk potensi menangkap air hujan. Faktor konversi 0,623 dimasukkan untuk memperhitungkan efisiensi dari sistem karena sebagian air hujan hilang melalui penguapan, luberan, atau sebab lainnya.

Air yang Sudah Dipanen (m³) = curah hujan rata-rata (m) x area tangkapan (m²) x 0,623 faktor konversi³²

Misalnya, dengan rata-rata tahunan 1.800 mm curah hujan di Jakarta, area tangkapan (misalnya atap) 5.000 m², dapat menghasilkan 1,8 m x 5.000 m² x 0,623 = 5.607 m³ air hujan per tahun atau sama dengan rata-rata 15,36 m³ per hari.

Untuk menghindari polusi, dinding, atap dan talang sebaiknya tidak menggunakan asbes serta cat dengan zat berbahaya yang dapat mencemari air yang terkumpul.

TALANG Salurkan di seluruh tepi atap miring untuk mengumpulkan dan mengangkut air hujan ke tangki penyimpanan. Ukuran talang harus sesuai dengan aliran pada intensitas hujan tertinggi. Dianjurkan untuk membuat saluran tersebut 10 sampai 15 persen lebih besar dan sediakan 6,5 cm² luas talang air untuk setiap 10 m² persegi luas atap.

PEMBILASAN PERTAMA Sistem bilas pertama terdiri atas katup yang memastikan bahwa limpasan dari curah hujan pertama mengalir keluar dan tidak masuk ke dalam sistem. Hal ini perlu dilakukan karena curah hujan pertama membawa jumlah polutan dari udara dan permukaan area tangkapan yang relatif lebih besar.

FILTER Filter digunakan untuk menghilangkan polutan dari air hujan yang dikumpulkan di atas atap. Sebuah unit filter adalah ruang yang diisi dengan media penyaringan seperti serat, pasir kasar, dan lapisan kerikil untuk menghilangkan kotoran dari air sebelum memasuki tangki penyimpanan. Arang dapat ditambahkan untuk penyaringan tambahan. Sistem filter dapat dibuat secara mandiri dan filter pabrikan tersedia secara luas.

Diskusi lebih lanjut tentang filter dapat ditemukan di web, seperti:

- **Rainwater Harvesting Org.** *Components of A Rainwater Harvesting System.* (<http://www.rainwaterharvesting.org/Urban/Components.htm>)
- **Freerain.** *Commercial Rainwater Harvesting Systems.* (<http://www.freerain.co.uk/commercial-rainwater-harvesting-systems.html>)

³² Texas A & M Agrilife Extension. Rainwater Harvesting, Catchment Area. (<http://rainwaterharvesting.tamu.edu/catchment-area/>)

SISTEM PENYIMPANAN

Sistem penyimpanan digunakan untuk menyimpan air hujan untuk digunakan. Ada beberapa variasi tangki penyimpanan air yang banyak digunakan. Tangki penyimpanan harus buram dan dicat untuk menghambat pertumbuhan lumut, harus ditutupi, dengan ventilasi yang disaring, dan mudah untuk dibersihkan (jika digunakan untuk sistem air bersih). Tangki penyimpanan air hujan bisa dibuat dari beton, kayu, logam, tanah liat dan bak penyimpanan air plastik yang tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran.

Tangki penyimpanan atau tadah adalah salah satu komponen yang paling penting dari sistem air hujan dan umumnya bagian yang paling mahal dari sistem ini. Tangki penyimpanan harus ditempatkan sedekat mungkin dengan area tangkapan air hujan dan ukuran yang ditentukan dengan perhitungan berdasarkan kebutuhan, frekuensi curah hujan, luas permukaan, anggaran, dan estetika. Posisi tangki terhadap area tangkapan dan filter sesuai aliran air sangat penting untuk memaksimalkan pengumpulan air hujan.

G A M B A R . 2 9

Sistem Pemanenan Air Hujan untuk Digunakan Kembali³³

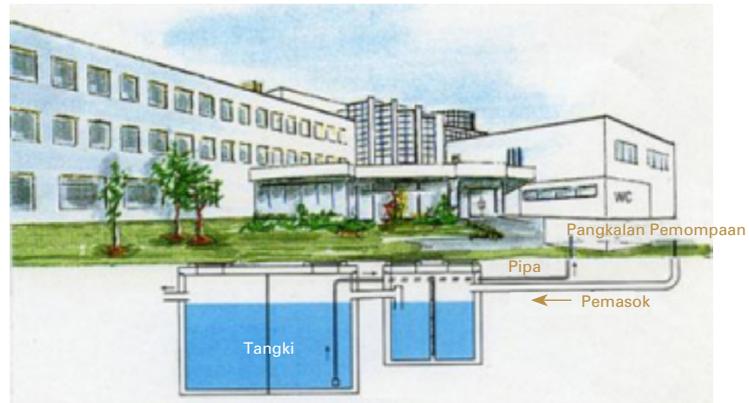


Singapura memiliki studi kasus yang sangat menarik dari sistem pemanfaatan air hujan. Karena kapasitas pasokan air bersih yang rendah dan kebutuhan yang tinggi, peraturan di negara tersebut sangat menekankan pada pemanfaatan air hujan. Sekitar 84% dari penduduk tinggal di apartemen bertingkat tinggi. Bangunan-bangunan ini wajib untuk mengumpulkan air hujan dengan tadah di atap. Sebuah penelitian baru menunjukkan penghematan efektif sebesar 4% dari air yang digunakan, yang tidak harus dipompa dari lantai dasar. Sebagai hasilnya, penghematan air, energi, dan modal yang ditanggihkan, biaya sistem pengumpulan air atap ini dihitung menjadi sebesar S\$ 0,96 dibandingkan dengan biaya sebelumnya yang sebesar S\$ 1,17 per meter kubik.

³³ Toronto and Region Conservation, 2010. Performance Evaluation of Rainwater harvesting Systems. (http://sustainabletechnologies.ca/wp/wp-content/uploads/2013/01/FINAL-RWH-2011_EDIT3.pdf)

G A M B A R . 3 0

Sistem Pemanfaatan Air Hujan di Bandara Changi Singapura³⁴



Bandara Changi Singapura mengumpulkan hujan yang jatuh di landasan pacu dan daerah taman dalam dua waduk, yang digunakan untuk penyiraman toilet dan latihan pemadam kebakaran. Penghematan yang dicapai sekitar 30% dari konsumsi air perkotaan yang setara dengan sekitar S\$ 390.000 per tahun.³⁵

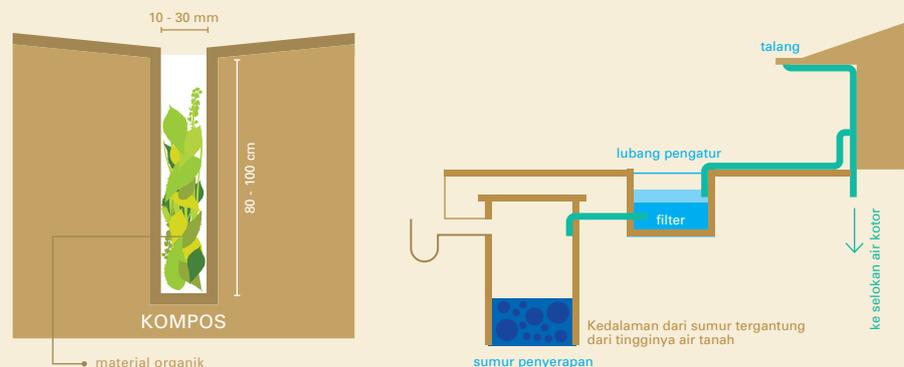
S U M U R R E S A P A N

Sumur resapan dimaksudkan untuk menangkap, menyimpan, dan mengisirlang air tanah, di samping juga mengurangi limpasan ke sistem drainase kota. Sistem penyerapan sesuai untuk diterapkan pada daerah yang memiliki tanah berpasir dengan tingkat permeabilitas yang memenuhi syarat dan dengan muka air tanah di bawah 1,5 m. Namun, banyak kawasan di Jakarta tidak memenuhi syarat untuk penerapan sumur resapan. Oleh karena itu, hasil penyelidikan tanah harus dilakukan sebelum menerapkan sumur resapan.

Sistem penyerapan untuk akuifer bebas (air tanah dangkal) dapat diimplementasikan dengan menggunakan Lubang Resapan Biopori atau sumur resapan dangkal, sedangkan untuk akuifer tertutup sumur resapan dalam dengan sistem injeksi dapat diterapkan.

G A M B A R . 3 1

Biopori (kiri) dan Sumur Resapan Dangkal (kanan)³⁶



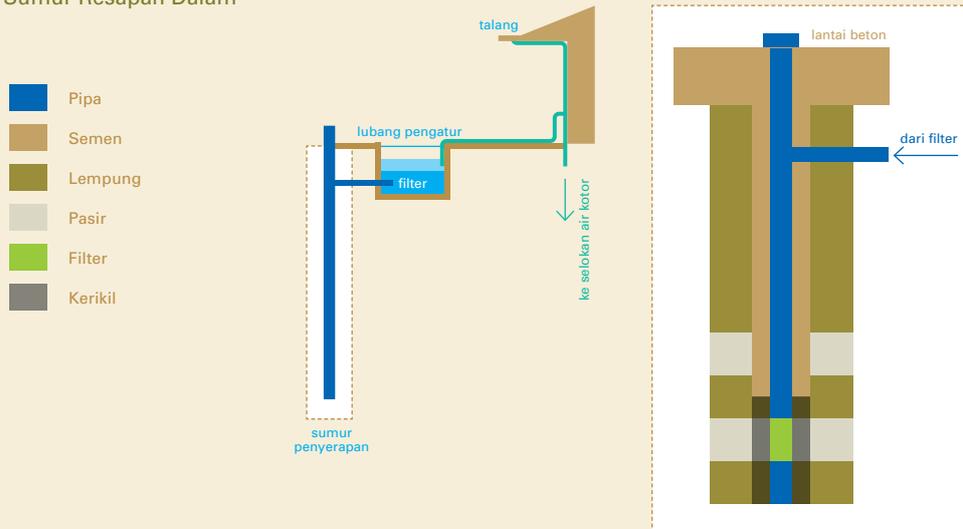
³⁴ Rainwaterharvesting.org. Rainwater Harvesting in Singapore. (<http://www.rainwaterharvesting.org/international/singapore.htm>)

³⁵ United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics. *Rainwater Harvesting and Utilization, An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management: An Introductory Guide for Decision-Makers.* (<http://www.unep.or.jp/ietc/publications/urban/urbanenv-2/9.asp>)

³⁶ Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 6 tahun 2011 tentang Pedoman Penggunaan Sumber Daya Air.

G A M B A R . 3 2

Sumur Resapan Dalam³⁷

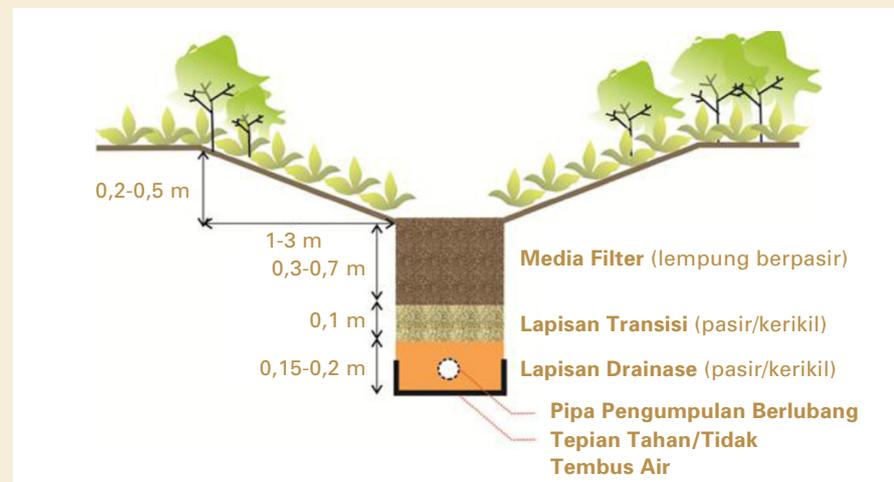


S I S T E M R E T E N S I B I O

Sistem retensi bio mengolah air hujan yang jatuh ketanah dengan menyaring limpasan melalui vegetasi yang ditanam dan meresap (*drip feeding*) dengan melalui media filter, seperti lempung pasir. Seperti air yang disaring melalui tanah, polusi ditangkap oleh filtrasi yang rapat, penyerapan, dan serapan biologis. Kelebihan air dapat dikumpulkan oleh sistem pembuangan bawah dan dibuang ke sistem saluran drainasi atau langsung ke kolam penampungan. Sistem infiltrasi bio biasanya dirancang untuk menyimpan dan mengolah limpasan air hujan yang relatif kecil. Ini harus ditempatkan setidaknya 3 meter dari bangunan untuk memastikan air tidak mengalir ke pondasi.

G A M B A R . 3 3

Sistem Retensi Bio³⁸



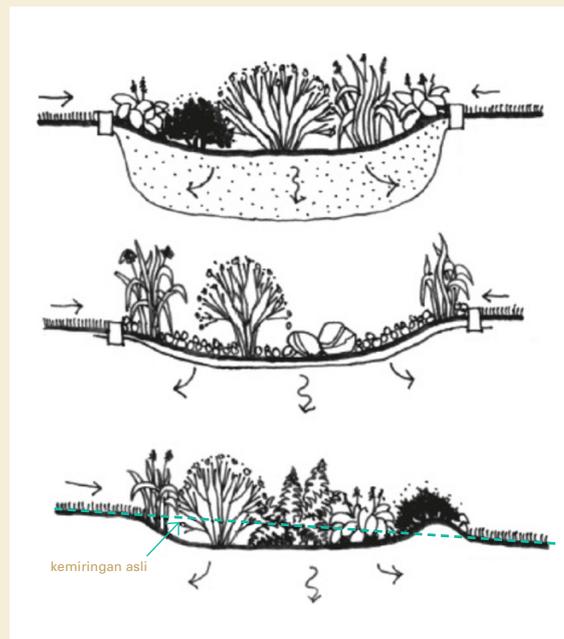
³⁷ Forum Teknik Sipil dan Arsitektur. Pemanfaatan Air hujan. (<http://www.ilmutekniksipil.com/rekayasa-sumber-daya-air/pemanfaatan-air-hujan>)

³⁸ An Article about Bioretention System by Riversands. (<http://www.riversands.com.au/bioretention-system.php>)

Sebuah taman hujan atau bentuk sederhana dari sistem peresapan bio, adalah cekungan landai yang ditutupi dengan tanaman atau batu yang secara spesifik dirancang untuk menangkap air hujan untuk secara perlahan diserap ke dalam tanah (infiltrasi).

Taman hujan diterapkan untuk tapak yang berpasir, berkerikil, lempung, atau campuran yang dapat mencakup hingga 10 persen tanah liat, karena penyerapan tidak dapat berlangsung dengan baik pada tanah liat. Tanah sebaiknya berpori sampai dengan kedalaman antara 0,6-1,2 m di bawah taman hujan. Permukaan cekungan pada area paling rendah minimal setinggi 1 m di atas muka air tanah saat musim hujan. Taman hujan juga perlu dirancang sedemikian rupa untuk memastikan air yang ditampung tidak akan mengalir ke tempat yang lebih rendah. Jika mungkin, hindari kemiringan yang lebih besar dari 12 persen. Penempatan taman hujan bisa berada pada titik paling rendah atau pada satu area di sepanjang jalur aliran alami.

G A M B A R . 3 4
Variasi Taman Hujan³⁹



- a) Ditanam dengan belukar, rumput yang tinggi, pakis, dan tanaman keras.
- b) Sungai kering dengan kerikil, batu sungai, batu-batuan, dan tumbuh-tumbuhan.
- c) Pada area miring, buat lekukan pada bagian atas dan tanggul pada bagian yang lebih rendah.

Semua pilihan di atas tanah berpasir hingga tanah lempung dengan bahan organik. Hamparan penyaring di bawah permukaan seperti yang diperlihatkan pilihan a) berlaku untuk semua pilihan.

³⁹ An Article about Rain Gaden by Canada Mortgage and Housing Corporation. (http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/co/grho/grho_007.cfm)

03

studi kasus

PLAZA INDONESIA

Menghemat Biaya Air Bersih dengan Mengolah Air Bekas

Manajemen Plaza Indonesia (PI) merespon krisis air bersih yang dihadapi oleh DKI Jakarta yang terjadi karena kurangnya pasokan air bersih dari sistem jaringan air publik (PAM Jaya) dan tarif air PAM yang relatif tinggi (Rp. 12.550/m³). Masalah pasokan air bersih PI, yang memiliki total area 404.100 m², semakin diperberat dengan regulasi baru pembatasan pengambilan air tanah dalam dan kenaikan pajak. Pergub DKI No. 37, 2009 secara signifikan menaikkan pajak air bawah tanah dari Rp. 4.400/m² menjadi Rp. 23.333/m². Regulasi ini penting untuk menekan ancaman serius kecepatan penurunan muka tanah akibat pengambilan air tanah yang berlebihan di Jakarta.

G A M B A R . 3 5
Plaza Indonesia



Kompleks PI ini terdiri dari Plaza Indonesia *Shopping Center* (4 lantai, 62.750 m²), Grand Hyatt Jakarta Hotel (26 lantai, 447 rooms, 67.000 m²), dan Plaza Indonesia *Extension* (6 lantai, 43.300 m²) yang dilengkapi dengan fasilitas parkir bawah tanah (*Basement Parking*) dengan luas sebesar 108.800 m².

Mengikuti perkembangan dan peluang bisnis yang ada, PI membangun Keraton *Residential Tower* (48 lantai, 88 unit apartemen, 50.350 m²) dan The Plaza *Office Tower* (47 lantai, 62.650 m²) yang sudah pasti akan menambah kebutuhan air bersih dan sekaligus jumlah limbah cair yang dihasilkan. Setidaknya dibutuhkan paling sedikit 2.200 m³ air bersih setiap hari.

Di samping menyangkut kewajiban dan tanggung jawab untuk mengelola air limbah atau air bekas yang dihasilkan oleh Kompleks PI, mengolah air bekas/limbah untuk dapat dijadikan sumber air bersih alternatif untuk dapat memenuhi kebutuhan air bersih, khususnya *non-potable water* seperti untuk kebutuhan *flushing*, menyiram taman dan tanaman, dan air untuk *cooling tower* bagi sistem pengkondisian udara adalah keputusan yang sangat cerdas dan berwawasan lingkungan yang telah diambil oleh pihak manajemen PI.

G A M B A R . 3 6

Contoh Air Bersih yang Dihasilkan dari Air Bekas yang Diproses dengan Latar Belakang MBR Plaza Indonesia⁴⁰



Jika harus membeli air perpipaan dari PAM Jaya, setidaknya setiap tahun PI harus membayar sebesar Rp. 10,08 milyar (365 hari/tahun x 2.200 m³/hari x Rp. 12.550/m³). Angka ini jelas akan membengkak menjadi Rp. 13.54 milyar/tahun jika 40% dari total kebutuhan diambil dari air tanah dalam. Di samping itu, PI harus mengeluarkan biaya untuk mengolah air limbah yang dengan sistem konvensional, yang setidaknya akan membutuhkan biaya sebesar ± Rp. 1.750/m³ sehingga total kebutuhan biaya pengolahan air limbah menjadi Rp. 1,12 milyar/tahun (2.200 x 0.8 x 365 x Rp. 1.750/m³). Dengan demikian diperkirakan setidaknya PI harus mengeluarkan total biaya untuk penyediaan air bersih dan pengolahan air limbah sebesar Rp. 11,2 milyar/tahun.

Dengan melakukan retrofit menyeluruh terhadap sistem pengolahan air limbah (*wastewater treatment plant*), setidaknya 1.500 m³ dari total 2.200 m³ kebutuhan air bersih PI dapat dihasilkan dari *used water reclamation plant system* yang menggunakan teknologi *Membrane Bio Reactor* (MBR) + *Reverse Osmosis Membrane* yang dipasang di PI. Penghematan yang terjadi relatif terhadap penggunaan air PAM setiap tahunnya adalah sebesar Rp. 2,92 milyar/tahun ditambah dengan penghematan dari biaya pengolahan air limbah sebesar Rp. 1,12 milyar/tahun. Sehingga total penghematan yang dilakukan oleh manajemen PI menjadi Rp. 4,04 milyar/tahun. Total biaya investasi untuk melakukan retrofit *Sewage Treatment Plant* (STP) di Plaza Indonesia adalah sekitar Rp. 15 milyar dengan *payback period* ± 3,7 tahun.

⁴⁰ Firdaus, 2013.

TABEL 06

Perhitungan Periode *Payback* Sistem Daur Ulang Air yang Digunakan

NO	ITEM	Konsumsi (m ³ /Hari)	Tarif Air (Rp/m ³)	Biaya Air (Juta Rp/Hari)	Biaya Air per Tahun (Miliar Rp)	Penghematan (Miliar Rp/Tahun)*
1	Air PAM	2.200	12.550	27,61	10,08	4,29
2	Air Tanah Dalam	2.200	23.333	51,33	18,74	12,95
3	Biaya Pengolahan Air yang Digunakan	2.200	1.400	3,08	1,12	-
4	Biaya Pengolahan Air yang Digunakan	2.200	7.211	15,86	5,79	0
5	Biaya Investasi Total dari Tanaman Reklamasi Air yang Digunakan					15,00
	Periode <i>Payback</i> (Tahun)					3,5/1,16

*) Catatan: Relatif pada penggunaan air yang dihasilkan dari pengolahan air bekas
Kalkulasi di atas berdasarkan pada penggunaan air dengan volume total 2.200 m³/hari.

Sistem reklamasi air (sistem air abu-abu) pada gedung-gedung tinggi Jakarta tidak hanya memberikan keuntungan ekonomi (penghematan) seperti yang telah didiskusikan di atas, tetapi juga mengurangi masalah polusi pada badan air dan membantu mengatasi kekurangan air pada air tanah dalam yang menyebabkan penurunan tanah.

lampiran

TABEL 01

Perangkat dan Pendekatan Penghematan Air: Mekanisme Pembilasan⁴¹

MEKANISME PENYIRAMAN	KELEBIHAN	KEKURANGAN
MEKANISME SIPHON		
<p>Ketika handel ditarik, penyedot akan mengangkat air untuk memulai penyedotan, yang akan mengosongkan tangki yang dipindahkan ke dalam jambangan toilet. Ketika tangki kosong penyedot pecah dan isi ulang tangki siap untuk pembilasan berikutnya.</p>	<p>Ini mungkin lebih efektif (dan lebih murah) untuk retrofit perangkat hemat air yang ada dengan mekanisme siphon daripada pilihan lainnya yaitu tombol tekan, mekanisme <i>flush-valve</i> karena:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ada sedikit kemungkinan kebocoran. • Mekanisme yang rusak mudah untuk dideteksi—saat kinerja pembilasan buruk. • Volume bilas rendah yang tersedia (4,5 liter). • Biaya rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesesuaian perangkat retrofit tergantung pada desain tangki. • Pembilasan ganda dengan tuas lebih sulit untuk dipahami oleh pengguna daripada <i>flush-valve</i> dengan tombol tekan.
PEMBILASAN TOMBOL TEKAN		
<p>Mekanisme Drop-valve</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Siram cepat. • Tombol lebih dioperasikan daripada tuas untuk tindakan penyiraman. • Tombol terpisah untuk penyiraman penuh dan parsial yang lebih mudah dipahami oleh pengguna. • Memungkinkan volume bilas rendah dengan memberikan laju aliran yang lebih tinggi. • Biaya rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Katup akhirnya akan bocor (yang dapat sulit untuk dideteksi). • Instalasi yang buruk dapat menyebabkan mekanisme katup lengket. • Tidak tahan lama seperti mekanisme siphon. • Kemungkinan memerlukan perawatan untuk membuang endapan <i>limescale</i> yang menempel. • Jika terjadi masalah, katup tidak dapat diganti dengan mekanisme siphon.
PEMBILASAN VARIABEL		
<p>Mekanisme Siphon Ketika pembilasan dimulai, katup udara pada siphone terbuka; ketika pembilasan selesai, katup tertutup.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tersedia. • Mudah dipasang. • Menghemat hingga 30% per penyiraman. • Biaya rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kadang-kadang perlu untuk membilas lebih dari sekali untuk membersihkan jambangan toilet. • Umumnya, tidak terlalu kuat. • Pengoperasian secara benar tidak mudah dipahami oleh pengguna, sehingga berpotensi untuk terjadi pembilasan ganda. • Penghematan bisa sangat bervariasi.
PEMBILASAN GANDA		
<p>Mekanisme Siphon</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dua volume pembilasan. • Penghematan hingga 30% per penyiraman. • Biaya rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kadang-kadang perlu untuk membilas lebih dari sekali untuk membersihkan jambangan toilet. • Pengoperasian secara benar tidak mudah dipahami oleh pengguna.
<p>Pembilasan menggunakan tombol, Mekanisme drop-valve</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pilihan volume bilas (seperti 4/2,6, 6/3, 6/4 liter maksimum/minimum pembilasan). • Saat ini sudah dapat dipasang ke tangki yang dipasang sebelum 1999. • Biaya rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan yang buruk dapat menyebabkan tombol tidak sejajar, sehingga pembilasan tidak bagus. • Tombol perlu diberi label yang jelas untuk menghindari kebingungan dan penyalahgunaan.
PEMBILASAN INTERRUPTIBLE		
<p>Mekanisme Siphon</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengguna dapat menghentikan pembilasan (melepaskan tuas) ketika jambangan toilet bersih. • Penghematan hingga 30% per bilas. • Biaya rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pada awalnya tidak selalu jelas bagi pengguna untuk mengoperasikan dengan benar. • Berpotensi untuk terjadi pembilasan ganda.

⁴¹ Working Together for a World Without Waste, Business Resource Efficiency Guide. *Reducing Your Water Consumption*. (http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/WRAP_Reducing_Your_Water_Consumption_0.pdf)

TABEL 02

Perangkat dan Pendekatan Penghematan Air: Lainnya⁴²

PERANGKAT / AKTIVITAS	POTENSI PENGHEMATAN AIR	KELEBIHAN	KEKURANGAN
PENYESUAI VOLUME TANGKI / CISTERN VOLUME ADJUSTERS (CVA'S)			
Juga disebut <i>Cistern Displacement Devices</i> (CDDs)	0,5 sampai 2 liter per bilas.	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya rendah/tanpa biaya —dapat diperoleh dari pemasok air dengan biaya sedikit atau tanpa biaya tambahan. • Retrofit. • Mudah untuk dipasang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beberapa dari perangkat ini memburuk dari waktu ke waktu dan harus diperiksa secara teratur dan diganti jika perlu. Jika tidak penggunaan air dapat meningkat. • Penyesuai volume tidak boleh digunakan dalam tangki yang dipasang setelah Januari 2001. Sejak tanggal ini, semua tangki yang dipasang menggunakan pembilasan 6 liter. Menggunakan penyesuai volume dalam produk ini akan menghasilkan pembilasan yang buruk dan dapat menyebabkan pembilasan ganda.
BENDUNGAN TANGKI			
Sebuah bahan sintesis yang fleksibel untuk menyekat tangki.	Sampai dengan 30% (antara 1 dan 3 liter per bilas).	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya rendah. • Retrofit. • Mudah untuk dipasang. • Kekuatan bilasan tidak terpengaruh. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perlu untuk memastikan segel dalam kondisi baik—bisa menjadi masalah ketika <i>limescale</i> timbul.
DELAYED ACTION INLET VALVE			
	Sampai 0,5 liter per penyiraman.	<ul style="list-style-type: none"> • Air tidak masuk selama pembilasan. • Retrofit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jangka waktu penundaan perlu diperiksa.

⁴² Working Together for a World Without Waste, Business Resource Efficiency Guide. *Reducing Your Water Consumption*. (http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/WRAP_Reducing_Your_Water_Consumption_0.pdf)

TABEL 03

Kelebihan dan Kekurangan yang Utama dari Perangkat Penghematan Air Urinal⁴³

PERANGKAT / AKTIVITAS	POTENSI PENGHEMATAN AIR	KELEBIHAN	KEKURANGAN
PENUTUPAN MANUAL			
Sebuah katup tunggal seperti seperempat katup bola dapat dipasang pada instalasi pipa air.	Biasanya sekitar 70% tetapi dapat juga lebih tinggi.	Biaya rendah.	<ul style="list-style-type: none"> Hanya berlaku jika jam kerja dapat diprediksikan. Sangat tergantung pada kesadaran pengguna.
KATUP SELENOID DENGAN PENGATUR WAKTU			
Sebuah pengatur waktu dan katup selenoid dapat dipasang pada sistem pemipaan yang terhubung ke urinal, sehingga air yang dipasok ke tangki dimatikan selama periode tidak digunakan.	Biasanya sekitar 70% tetapi dapat juga lebih tinggi.	Biaya rendah.	<ul style="list-style-type: none"> Hanya berlaku jika jam kerja dapat diprediksikan.
KATUP HIDROLIK SENSITIF TERHADAP TEKANAN			
	Biasanya sekitar 70% tetapi dapat juga lebih tinggi.	<ul style="list-style-type: none"> Retrofit tersedia. Katup akan tetap tertutup ketika tekanan tetap tidak berubah (yaitu. ketika urinal tidak sedang digunakan). 	<ul style="list-style-type: none"> Pembilasan lebih ditentukan oleh keberadaan orang daripada penggunaan urinal.
SENSOR INFRARED PASIF (PASSIVE INFRARED - PIR)			
Sebuah sensor gerak ditempatkan di atas <i>urinoir</i> untuk mendeteksi penggunaan. Hal ini mengontrol katup selenoid untuk memungkinkan volume air yang disediakan mengalir ke dalam tangki untuk setiap bilas. Ketika tangki penuh, mekanisme siphone akan secara otomatis melepaskan air dan membilas <i>urinoir</i> .	Biasanya sekitar 70% tetapi dapat juga lebih tinggi.	<ul style="list-style-type: none"> Biaya yang efektif—sekitar £ 170 dan dapat dioperasikan dengan batere (masa batere sekitar 3 dan 4 tahun) atau listrik utama. 	<ul style="list-style-type: none"> Buang batere sebagai limbah berbahaya.

⁴³ Working Together for a World Without Waste, Business Resource Efficiency Guide. *Reducing Your Water Consumption*. (http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/WRAP_Reducing_Your_Water_Consumption_0.pdf)

TABEL 03 (lanjutan)

Kelebihan dan Kekurangan yang Utama dari Perangkat Penghematan Air Urinal⁴³

PERANGKAT / AKTIVITAS	POTENSI PENGHEMATAN AIR	KELEBIHAN	KEKURANGAN
URINAL TANPA AIR (lanjutan)			
<p>Cartridge/penangkap cairan Pembatas—<i>cartridge</i> yang berisi cairan pembatas yang dimasukkan ke dalam jambangan urinal. Urin melewati pembatas cairan berbasis minyak, yang membentuk dudukan untuk mencegah urine balik kembali.</p> <p>Pad deodorant—pad diresapi dengan deodorant berbahan kimia yang dimasukkan ke dalam saluran keluar urinal.</p> <p>Kimia dan biologi—sebuah <i>cartridge</i> yang mengandung blok kimia dan mikroba dipasang ke dalam jambangan urinal atau sepanjang jambangan urinal supaya pecah ke bawah urinal dan biofilm.</p> <p>Blok kimia dan mikrobiologi dikombinasikan dengan katup satu arah—produk ini mirip dengan blok mikroba yang dijelaskan di atas, tetapi dengan penambahan katup satu arah untuk menutup pipa limbah dari urinal.</p>	Dapat mengurangi pemakaian air sebanyak 90%.	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tersedia. • Mudah untuk dipasang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembersihan khusus. • Cairan pembatas perlu diganti secara teratur. • Blok mikroba larut dalam air dan perlu diganti secara teratur.
Sisipan <i>Cartridge</i> /penangkap yang mengandung katup mekanik penyedot—ini mencegah urine yang telah melewatinya kembali ke jambangan urinal.	Dapat mengurangi pemakaian air sebanyak 90%.	<ul style="list-style-type: none"> • Katup mekanik yang menghilangkan kebutuhan akan cairan penghambat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak tersedia untuk retrofit; dimaksudkan untuk penggunaan jambangan urinal yang dirancang khusus.
Penangkap individual berventilasi digantikan oleh perangkat tunggal yang dipasang pada sudut 1:18 yang memungkinkan limpasan yang cepat dari urine. Sebuah kipas watt rendah memberikan aliran udara dalam sistem untuk menghilangkan bau.	Dapat mengurangi pemakaian air sebanyak 90%.	<ul style="list-style-type: none"> • Tanpa kimia. • Penangkap tunggal yang mudah untuk dibersihkan. • Kipas menggunakan tenaga yang sama dengan tenaga untuk pengendali utama urinal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak tersedia untuk retrofit.

TABEL 04

Jenis-jenis Perangkat dan Pendekatan yang Umum yang Tersedia untuk Mengurangi Penggunaan Air melalui sebuah Keran⁴⁴

JENIS	KELEBIHAN	KEKURANGAN
MENGISOLASI KATUP BOLA		
<p>Obeng/Tuas tekan Fungsi utama adalah mengisolasi katup. Namun, aliran melalui katup dapat disesuaikan untuk mengurangi laju aliran.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Penghematan air sekitar 50%, tetapi tergantung pada laju aliran akhir. • Retrofit tersedia. • Murah dan mudah untuk dipasang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lubang dapat terhalangi dengan kotoran yang terkumpul. • Tidak mengatur tekanan.
KERAN SEMPROT (SPRAY TAP)		
<p>Nosel keran berupa lubang-lubang kecil untuk menekan air keluar dalam bentuk kabut atau semprotan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Penghematan air biasanya sekitar 50%, tetapi tergantung pada laju air akhir. • Dapat mencapai tingkat aliran yang biasanya antara 4 dan 8 liter/menit. • Retrofit keran semprot tersedia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan perawatan untuk mencegah kebocoran. • Ada resiko <i>Legionella</i> jika keran tidak dijalankan secara teratur. • Tidak mengatur tekanan.
AERATOR KERAN		
<p>Desain nosel mencampur udara dengan air di bawah tekanan. Ketika air keluar nosel, udara mengembang, meningkatkan aliran air nyata. Aerator keran sering terintegrasi dengan regulator aliran sebagai kompensasi tekanan aerator (<i>Pressure Compensating Aerator - PCA</i>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Penghematan air biasanya sampai dengan 50% jika dipasang pengatur aliran (<i>flow regulator</i>), tetapi tergantung pada tingkat aliran akhir. • Retrofit tersedia. • Tidak ada percikan. • Laju aliran berkurang menjadi antara 2 dan 8 liter/menit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak efektif pada tekanan kurang dari 1 bar (100 kPa). • Aerator standar tidak mengatur tekanan.
KERAN YANG MENUTUP SENDIRI		
<p>Keran ketuk/Keran tekan Untuk mengalirkan air, pengguna menekan kepala keran. Ketika dilepas, tekanan yang dihasilkan di dalam mendorong keran keatas dan otomatis menutup aliran (setelah periode tertentu yang diatur saat pemasangan). Periode penundaan antara 15 dan 20 detik yang umumnya diperlukan untuk mencuci tangan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tersedia. • Secara otomatis tertutup setelah digunakan. • Penghematan air 50%, tetapi tergantung pada kecepatan aliran akhir dan durasi aliran. • Dapat mencapai kecepatan aliran biasanya antara 4 dan 8 liter/menit. • Pengembalian modal dapat beberapa bulan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mekanisme dapat tersangkut (air yang kotor dapat menjadi penyebab). • Siklus penundaan perlu diatur secara benar.
KERAN SENSOR ELEKTRONIK		
<p>Sebuah sensor inframerah terletak di bagian bawah kepala keran. Sensor ini terpicu ketika pengguna menempatkan tangan mereka di bawah kepala keran. Suhu untuk sensor ditetapkan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kebersihan ditingkatkan—keran tidak perlu disentuh. • Penghematan air sampai 70%, tetapi tergantung pada tingkat aliran akhir dan lama aliran. • Dapat mencapai tingkat aliran yang biasanya antara 4 dan 8 liter/menit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tidak berlaku. • Memerlukan energi—utama maupun baterai untuk mengoperasikan. • Panas dapat menjadi masalah jika pengatur suhu diatur secara tidak benar. • Jika sensor dicemari oleh sabun, mengakibatkan aliran air tidak berhenti. • Biaya biasanya sekitar £ 300/keran yang berarti memerlukan waktu yang lebih lama untuk balik modal.

⁴⁴ Working Together for a World Without Waste, Business Resource Efficiency Guide. *Reducing Your Water Consumption*. (http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/WRAP_Reducing_Your_Water_Consumption_0.pdf)

TABEL . 04 (lanjutan)

Jenis-jenis Perangkat dan Pendekatan yang Umum yang Tersedia untuk Mengurangi Penggunaan Air melalui sebuah Keran⁴⁴

JENIS	KELEBIHAN	KEKURANGAN
PENCAMPUR KERAN YANG COCOK SEBUAH REM AIR		
Relatif baru, juga dikenal sebagai 'klik' atau keran dua tahap. Laju alir biasanya antara 5 dan 10 liter per menit sampai titik resistant tertentu tercapai. Untuk membuka keran lebih jauh membutuhkan kekuatan tambahan. Pengaturan aliran penuh biasanya antara 10 dan 20 liter/menit.	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan fleksibilitas bagi pengguna dimana pengisian yang lebih cepat kadang-kadang diperlukan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaturan aliran penuh bukan tekanan yang diatur. • Jangka pengembalian modal lebih lama (antara £ 150 dan £ 200 per unit).
KATUP PENCAMPUR TERMOSTATIK (THERMOSTATIC MIXER VALVE - TMV)		
Perubahan tekanan air atau suhu menyebabkan elemen termostat untuk mengembang atau menyempit. Hal ini pada gilirannya menggerakkan katup geser yang mengubah proporsi air panas dan dingin yang memasuki TMV, dengan demikian mempertahankan suhu air campuran.	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu air diatur—menggunakan lebih sedikit air pada penarikan awal. • Hanya satu keran yang mungkin diperlukan. • Penghematan dapat bervariasi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jangka pengembalian modal lebih lama untuk katup yang lebih mahal (antara £ 50 dan £ 200 per unit).
PEMANAS TITIK SUMBER		
Hindari pemakaian air dalam waktu yang lama untuk mendapatkan suhu yang diinginkan.	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan lebih sedikit air pada penarikan awal. • Penghematan dapat bervariasi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya yang besar untuk pemasangan pemanas.
BUSA SABUN		
Dispenser sabun menghasilkan bola busa/gel.	<ul style="list-style-type: none"> • Sedikit sabun yang diperlukan per penggunaan (penghematan air sampai 50%). • Ketika pengguna menggosokkan kedua tangan, sabun/gel berkurang sampai ke jumlah yang kecil sehingga penggunaan air akan lebih sedikit untuk membilas tangan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemungkinan akan memerlukan penggantian dispenser.
TOMBOL ECO		
Relatif baru. Memungkinkan pengguna untuk menekan tombol untuk mengganti standar laju aliran air yang rendah dengan yang lebih tinggi. Laju aliran diatur oleh regulator aliran terintegrasi.	<ul style="list-style-type: none"> • Penghematan air biasanya 50% pada moda standar dengan laju aliran yang rendah. • Memberikan fleksibilitas bagi pengguna dimana laju aliran air yang lebih tinggi kadang-kadang diperlukan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak selalu tersedia sebagai retrofit, dapat menjadi satu bagian dengan beberapa tipe keran yang ada. • Tidak memberikan efisiensi air saat moda aliran tinggi digunakan.
REGULATOR ALIRAN KERAN		
Arus regulator dirancang untuk mempertahankan aliran konstan, lepas dari tekanan suplai. Seringkali terintegrasi pada keran yang efisien saat pembelian.	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tersedia, mudah untuk disesuaikan. • Mengatur aliran tanpa memperhatikan tekanan. • Regulator aliran dapat juga dirancang untuk menjalankan tingkat aliran yang berbeda. • Biaya rendah. 	

TABEL 05

Jenis-jenis Perangkat dan Pendekatan yang Umum yang Tersedia untuk Mengurangi Penggunaan Air melalui Pancuran⁴⁵

JENIS	PENGHEMATAN AIR	KELEBIHAN	KEKURANGAN
MENGISOLASI KATUP BOLA			
<p>Obeng/Tuas tekan Fungsi utama adalah katup dengan isolasi. Namun, aliran melalui katup dapat disesuaikan untuk mengurangi laju aliran..</p>	Biasanya 50%, tetapi tergantung pada tekanan air.	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tersedia. • Murah dan mudah untuk dipasang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak mengatur tekanan. • Lubang mungkin terhalang oleh kerak air yang menumpuk.
AERATOR PANCURAN			
<p>Aerator dipasang di antara selang dan pancuran. Desain pipa semprot aerator memungkinkan udara bercampur dengan air di bawah tekanan. Ketika air keluar dari pipa semprot udara mengembang, meningkatkan aliran air. Aerator pancuran dapat diintegrasikan dengan regulator aliran sebagai aerator tekanan kompensasi (<i>Pressure Compensating Aerator - PCA</i>).</p>	Biasanya 50%, tetapi tergantung pada tingkat aliran akhir.	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tersedia. • Laju aliran berkurang sampai antara 6 dan 10 liter/menit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak efektif pada tekanan di bawah 1 bar (100 kPa). • Tidak cocok untuk penggunaan pancuran dengan pemanas listrik. • Aliran yang rendah mungkin tidak memuaskan pengguna—efek 'kaki dingin'. • Aerator standar tidak mengatur tekanan. • Ada risiko <i>Legionella</i> jika pancuran tidak digunakan secara teratur.
MENGISI PANCURAN DENGAN UDARA			
<p>Desain pancuran mencampurkan udara dengan air di bawah tekanan. Ketika air keluar pancuran udara mengembang, meningkatkan aliran air.</p>	Biasanya antara 50% dan 70%, tetapi tergantung pada tingkat aliran akhir.	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tersedia. • Laju aliran berkurang menjadi antara 6 dan 10 liter/menit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak efektif pada tekanan di bawah 1 bar (100 kPa). • Aliran yang rendah mungkin tidak akan memuaskan pengguna—efek 'kaki dingin'. • Tidak cocok untuk penggunaan dengan pancuran dengan pemanas listrik.
KATUP PENCAMPUR TERMOSTATIK (THERMOSTATIC MIXER VALVE - TMV)			
<p>Perubahan tekanan air atau suhu menyebabkan elemen termostat mengembang atau menyempit.</p> <p>Hal ini pada gilirannya menggerakkan katup geser yang mengubah proporsi air panas dan dingin memasuki TMV, dengan demikian mempertahankan suhu air campuran.</p>	Variable.	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu air diatur—menggunakan air lebih sedikit pada penarikan pertama. 	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tidak tersedia. • Periode pengembalian modal akan lebih lama untuk katup yang lebih mahal (sampai dengan £ 200 per unit).

⁴⁵ Working Together for a World Without Waste, Business Resource Efficiency Guide. *Reducing Your Water Consumption*. (http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/WRAP_Reducing_Your_Water_Consumption_0.pdf)

TABEL 05 (lanjutan)

Jenis-jenis Perangkat dan Pendekatan yang Umum yang Tersedia untuk Mengurangi Penggunaan Air melalui Pancuran⁴⁵

JENIS	PENGHEMATAN AIR	KELEBIHAN	KEKURANGAN
PANCURAN DENGAN TOMBOL TEKAN			
<p>Pengaturan aliran waktu mekanik. Biasanya bekerja melalui penundaan putaran yang dikendalikan dari satu sisi diafragma ke yang lain melalui lubang jarum, yang menentukan lamanya waktu air dialirkan melalui pancuran.</p>	<p>Biasanya sampai 50%, tetapi tergantung pada tingkat aliran akhir.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secara otomatis menutup setelah digunakan. • Laju aliran berkurang menjadi antara 6 dan 10 liter/menit. • Mekanisme <i>cartridge</i> menggunakan alur (dari pada lubang jarum) untuk mengalirkan air dari satu sisi diafragma ke yang lain. • Menjalankan katup mendorong ke bawah pencuci karet di sepanjang alur, membersihkan semua kerak air yang sudah ada dan kerak air yang terbentuk lainnya ketika bergerak. 	<ul style="list-style-type: none"> • Penundaan putaran ('bleed') perlu diatur dengan benar. • Jika mekanisme berjalan melalui penggunaan lubang jarum dalam spiral, lubang tersebut dapat terblokir oleh kerak air yang terbentuk.
PEMANAS TITIK SUMBER			
<p>Hindari mengalirkan air dalam waktu yang lama untuk mendapatkan suhu yang diinginkan.</p>	<p>Variable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan lebih sedikit air pada aliran awal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya modal untuk pemasangan pemanas.
REGULATOR PANCURAN			
<p>Regulator dipasang di antara selang dan pancuran.</p>	<p>Biasanya 50%, tetapi tergantung pada tingkat aliran akhir.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retrofit tersedia, mudah untuk dipasang. • Mengatur aliran tanpa tergantung pada tekanan. • Laju aliran antara 6 dan 10 liter/menit dapat dicapai. • Biaya rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak sesuai untuk penggunaan dengan pancuran dengan pemanas listrik.
KERAN ELEKTROMAKNETIK (SENSOR)			
<p>Sebagai katup elektromagnetik yang bekerja dengan perangkat sensor (<i>infrared</i>). Ketika sensor diaktifkan pancuran bekerja untuk jangka waktu tertentu sebelum dimatikan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sampai 70%, tetapi tergantung pada pengaturan laju aliran akhir dan durasi aliran. • Biasanya dapat mencapai laju aliran antara 6 dan 8 liter/menit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kebersihan ditingkatkan—keran tidak perlu disentuh. • Dapat mencapai laju aliran antara 6 dan 8 liter/menit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan energi—utama atau baterai yang dioperasikan. • Jika sabun mengotori sensor, air akan mengalir terus menerus. • Biaya biasanya sekitar £ 300/keran yang berarti pengembalian modal akan lebih lama.



**DINAS PENGAWASAN
DAN PENERTIBAN BANGUNAN
PEMERINTAH PROVINSI DKI JAKARTA**

Jalan Taman Jati Baru No. 1
Jakarta Barat
t. (62-21) 856 342
f. (62-21) 856 732

www.dppb.jakarta.go.id