

KENERJA MODEL SISTEM SAMBUNGAN RUMAH UNTUK PENYEDIAAN AIR MINUM PERKOTAAN

Performance Of Model House Connection System For Urban Drinking Water Supply

Nurhasanah Azhar¹, M. Tohir², dan R. Pamekas³

^{1,2} Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman,
Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Jl. Panyawungan, Cileunyi Wetan - Kabupaten Bandung, 40393

³ Purnabakti Badan Penelitian dan Pengembangan
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Surel: ¹nurbudi2004@yahoo.com, ²m.tohir_ilan@yahoo.co.id, ³rpamekas@gmail.com.

Diterima : 12 September 2015; Disetujui: 10 Maret 2016

Abstrak

Perkembangan Penyediaan Air Minum Nasional belum sesuai dengan target yang ditetapkan. Kemajuan penyediaan air minum perdesaan mengalami peningkatan, tetapi di perkotaan menurun. Kebocoran distribusi air minum perkotaan menjadi faktor penyebab utama penurunan pelayanan air minum tersebut. Oleh karena itu, perbaikan sistem distribusi paling hilir semakin mendesak, salah satunya sistem Sambungan Rumah (SR) yang paling dominan penyebab kehilangan air atau kebocoran. Penelitian evaluasi yang dilakukan dengan menggunakan metode survei, ditujukan untuk memetakan elemen pembentuk sistem SR dan menilai kinerja model sistem SR yang ada dilapangan. Sebanyak 9 (sembilan) model sistem SR diseleksi untuk dinilai kinerja dan bobot kinerjanya. Penilaian dilakukan dengan menggunakan pendekatan sistem indeks. Parameter-parameter teknis yang digunakan dalam penilaian adalah elemen pembentuk SR, variasi bahan, sistem tapping, sistem katup, sistem meter air, dan sistem pipa tegak. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kinerja model sistem SR yang dikaji belum sesuai dengan standar pelayanan yang diharapkan. Standarisasi untuk melengkapi 2 (dua) standar sistem SR yang ada memerlukan upaya lanjutan yaitu penelitian percobaan dan pemetaan sistem SR yang lebih luas. Hasilnya digunakan acuan perencanaan dan program penurunan kehilangan air minum.

Kata kunci : Kehilangan air minum, sistem distribusi, permukiman perkotaan, sambungan rumah, standarisasi

Abstract

The national water supply development has not accordance to the designated targets. The progres of rural water suply is increasing, but for urban is decreasing. The water leakage in distribution system become a main factor that leads to decrease water supply services. The improvement of water distributionis therefore become critical. The evaluation research using survey methods is carryed out to the selected existing house connection system (SR). This research is aimed to map the main sources of the problem and to evaluate the efficiency and their effectiveness of the system. There are nine model is selected for this research. The system index approach is used to evaluate this system. There are six technical evaluation parameters is used to evaluate the performance of he selected house connection system (SR). The elemen to evaluate this performance is physical elements, materials system, system tapping, vertical pipe system. The result of this research concluded that the house connection assessed have not match with the expected standard of services. Standardization to complete the two existing available standar of house connection standar need additional effort ie experimental research dan extended mapping of house connection system. The result is expected to be use as a reference for the preparation of planning and program for reduction of unaccounted water.

Keywords: Unaccounted for water, distribution system, urban settlement, house connections, standardization

PENDAHULUAN

Air Minum adalah kebutuhan dasar untuk setiap penduduk. Namun, *sampai* akhir tahun 2014,

perkembangan penyediaan air minum perpipaan di Indonesia, masih belum menggembirakan. Kemajuan penyediaan air minum perdesaan tidak

sama dengan penyediaan air minum perkotaan. Akses rumah tangga di perdesaan meningkat rata-rata 0,42% per tahun, sedangkan di perkotaan menurun rata-rata 1,08% per tahun. Cakupan pelayanan air minum pada tahun 2013 mencapai 67,73% dari target MDGs 68,87%. Sampai akhir tahun 2014, sekitar 40% penduduk Indonesia sudah terlayani air minum melalui 8,3 juta sambungan rumah (SR). Jumlah PDAM sehat dengan kategori kehilangan air lebih kecil dari 20%, hanya sekitar 8% dari total 383 perusahaan. Kehilangan air rata-rata PDAM lainnya mencapai lebih dari 31% (Dit PAM, 2015; KPMG, 2015).

Kondisi pelayanan air minum tersebut semakin buruk ketika kehilangan air dalam sistem penyediaan air semakin meningkat. Berdasarkan teori, kehilangan air dapat terjadi karena meluapnya air di bak penampung air ketika pengisian (*reservoir*) dan di jalur transmisi atau distribusi, kebocoran di pipa induk ataupun di pipa dinas serta pemakaian air yang tidak tercatat oleh meter air. Selain itu, kebocoran dapat terjadi pula di sistem perpipaan dalam persil rumah atau dalam sistem perpipaan didalam gedung. Kebocoran tersebut bervariasi antara 5% (teknis) sampai maksimum 55% (teknis dan nonteknis).

Sistem distribusi air minum bekerja dibawah tekanan antara 60-120 meter kolom air sehingga mampu memberikan sisa tekanan di pipa persil minimum 15 meter kolom air. Tekanan air tersebut dapat diperoleh secara gravitasi ataupun dengan menggunakan pompa. Kelebihan tekanan di sistem sambungan rumah berpotensi meningkatkan kebocoran. Sebaliknya, kekurangan tekanan berpengaruh pada akurasi pencatatan air oleh sistem meter air. Oleh karena itu, kehilangan air (*unaccounted for water*) dapat disebabkan oleh kebocoran teknis maupun kebocoran administratif. Masalah penurunan kebocoran dan volume pemakaian air semakin penting ketika air baku semakin langka dan tarif air PDAM semakin mahal.

Penyediaan air minum yang baik, selalu berhubungan dengan kinerja (*performance*) atau tingkat pelayanan yang diberikan oleh perusahaan daerah air minum (PDAM) kepada pelanggannya. Faktor kinerja berhubungan dengan input, output, outcome dan bahkan impact (Gede SN, Budiarta R. M, Mayun N, 2014; Nino, 2014; Hetisani Chauke, Farai Mudavanhu, 2015; Pingkan E T dkk, 2015). Faktor faktor yang digunakan untuk menilai kinerja sangat bervariasi dan disesuaikan dengan tujuan penilaian. Unsur input sarana fisik sistem penyediaan air minum mencakup sambungan rumah (SR), hidran umum (HU), kran umum (KU). Selain itu termasuk pula surat keputusan (SK), anggaran operasi dan pemeliharaan, bantuan pemerintah, tarif air, operator sistem, petunjuk

operasi dan pemeliharaan, debit air, cara pengaliran melalui pompa atau gravitasi. Unsur output mencakup tertib laporan, jumlah penduduk dilayani, jangkauan pelayanan. Unsur outcome meliputi kelancaran pasokan air, kepuasan dan tanggapan pelanggan sedangkan unsur dampak adalah berkembangnya unit pelayanan sarana (UPS) dan perubahan perilaku masyarakat terhadap kesehatan.

Penilaian kinerja PDAM yang dilakukan secara berkala oleh pemerintah melalui auditornya mencakup aspek keuangan, aspek teknis operasional, dan aspek administrasi. Masing-masing aspek terdiri dari 10 (sepuluh) parameter Tingkat kehilangan air minum adalah salah satu parameter penting dari aspek operasional karena berpengaruh pada parameter-parameter kunci pada aspek lainnya. Kehilangan air akan berpengaruh pada rasio biaya operasi terhadap pendapatan operasi. Semakin tinggi kehilangan air, maka semakin kecil pendapatan yang diperoleh sehingga semakin besar rasio biaya operasi terhadap pendapatan operasinya. Kondisi ini menunjukkan pelayanan yang buruk. Kehilangan air minum berpengaruh pula pada rasio aktiva produktif terhadap penjualan air. Semakin tinggi kehilangan air, semakin berkurang volume air yang terjual, dan semakin besar rasio aktiva produktif terhadap penjualan air. Kondisi-kondisi tersebut menunjukkan pelayanan yang buruk (Manafe, Prilia Herdiyani, 2015).

Kondisi yang buruk tersebut, akan menjadi landasan pemberian opini buruk oleh auditor yang memeriksanya. Oleh karena itu, perbaikan tingkat kehilangan air menjadi salah satu upaya strategis dalam meningkatkan pelayanan air minum kepada pelanggannya. Untuk mengetahui seberapa baik atau buruk pelayanan prasarana dan sarana perlu dilakukan pemetaan (*profiling atau mapping*) terhadap pelayanan tersebut. Pemetaan adalah bagian awal dari kegiatan penelitian yang sangat strategis karena hasilnya dapat digunakan sebagai landasan untuk merumuskan dan menetapkan langkah-langkah perbaikan dimasa datang.

Pentingnya masalah kehilangan air tersebut dapat diindikasikan dari banyaknya penelitian yang berhubungan dengan aspek kinerja atau efisiensi, dan efektifitas penyediaan prasarana dan sarana air minum, dan pelayanan oleh PDAM. Beberapa hasil penelitian terkini terkait dengan kinerja PDAM menjadi tema penelitian pasca sarjana misalnya Aditya Primatika (2009), Andries Yudi, dan Afriana (2011), Ismalia, (2015) dan Manafe dan Priliya Hendriani (2015).

Penelitian-penelitian tersebut pada umumnya menyimpulkan bahwa kondisi penyaluran air

minum dinilai belum layak secara kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Faktor-faktor tersebut menjadi faktor utama yang mempengaruhi kinerja pelayanan PDAM. Kinerja demikian berakibat pada semakin meningkatnya keengganan konsumen industri dan konsumen nonrumah tangga lainnya untuk berlangganan air minum dari PDAM (Fitrijani, 2008). Kondisi ini, berpengaruh pula pada pertumbuhan perumahan, yang pada akhirnya berpengaruh pula pada pertumbuhan ekonomi wilayah (Kusumastuti, 2008).

Berbeda dengan penelitian-penelitian yang menyoroti masalah penyelenggaraan prasarana dan sarana air minum, penelitian ini lebih fokus pada masalah prototipe atau produk fisik sistem sambungan rumah yang telah dipakai dilapangan. Oleh karena itu, penelitian ini lebih fokus pada pemetaan kinerja output dan kinerja outcome produk sistem sambungan rumah (SR) yang telah dipakai di lapangan. Secara sistem, model produk atau prototipe sistem SR yang digunakan di lapangan harus sudah terstandarkan. Namun, fakta yang ada, elemen sistem yang sudah terstandarkan adalah tata cara pemasangan sistem meter air, dan spesifikasi produk meter air tersebut.

Berdasarkan kajian tersebut, maka kerangka pikir analisis kinerja produk sistem sambungan rumah (SR) disajikan pada Gambar 1. Kinerja output adalah rasio antara output dengan input. Apabila output yang dihasilkan sistem lebih besar dari pada input sistem, maka sistem dikategorikan baik. Input sistem SR adalah bahan-bahan pembentuk SR yang terdiri dari pipa, katup, meter, peralatan penyambungan.

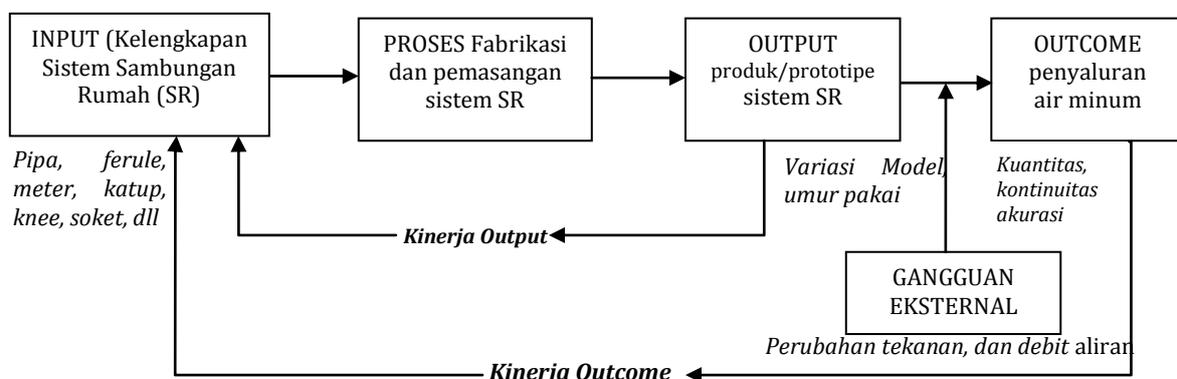
Output sistem SR adalah objek atau produk SR yang terbentuk dari elemen-elemen inputnya, dan

siap bekerja mengalirkan air bersih dari pipa dinas ke para pelanggan di dalam persil rumah. Input yang lebih banyak, tidak selalu menghasilkan output yang lebih baik. Output sistem SR lebih didasarkan pada kelaikan pakai sistem SR. Oleh karena itu, penyediaan input harus sesuai standar kebutuhan sistem. Kebutuhan dimaksud adalah kondisi dimana sistem SR telah laik pakai, sehingga kondisi ini menjadi sasaran kinerja outcome pengadaan sistem SR. Penyediaan input berlebihan harus dihindari karena menuju kearah kinerja yang memburuk.

Kinerja outcome (hasil) adalah rasio antara outcome (hasil) kerja sistem SR terhadap input sistem. Apabila outcome sistem lebih besar dari pada input sistem, maka sistem dikategorikan baik. Outcome sistem SR mencerminkan hasil kerja sistem SR dalam menjaga kelangsungan pengaliran air sepanjang umur pakai (*life time*) sistem yang direncanakan.

Outcome sistem SR lebih dititikberatkan pada kemampuan fungsional elemen elemen input sistem SR dalam mengatasi persoalan operasional akibat pengaruh eksternal misalnya pengaruh tekanan, gesekan, dan aliran yang tidak stabil. Kemampuan sistem SR mengatasi pengaruh eksternal dikaji dari besarnya selisih antara kelengkapan sistem yang ada terhadap kondisi ideal yang ditetapkan.

Permasalahannya adalah yang pertama adalah apa faktor penyebab utama kehilangan air pada sistem distribusi penyediaan air minum. Kedua, bagaimana dengan variasi pemakaian produk atau prototipe sistem sambungan rumah (SR) yang dipakai dilapangan. Ketiga, bagaimana dampaknya pada kinerja.



Gambar 1 Kerangka Pikir Analisis Kinerja Model Sistem Sambungan Rumah (dikembangkan dari Aditya P, 2009, Andries Y, Afriana, 2011)

Atas dasar hal tersebut, sejak tahun 2010, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman (Pusperkim) melakukan penelitian penelitian yang berhubungan dengan kinerja

pelayanan air minum. Penelitian diawali dengan melakukan pemetaan terhadap model sistem sambungan rumah yang dipakai di kota metropolitan, kota besar, kota sedang, dan kota

kecil, kemudian menilai keandalannya secara kualitatif, dan kuantitatif. Tulisan ini membahas hasil penelitian evaluasi yang dilakukan dengan metode survei tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut, KTI ini ditujukan untuk membahas hasil pemetaan kualitatif terhadap kinerja model sistem SR yang telah dipakai di lapangan.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian evaluasi dengan menggunakan metoda survei yang dilakukan terhadap sistem sambungan rumah (SR) yang dipakai di beberapa daerah perkotaan terpilih. Survei sistem SR dilakukan di kota Jakarta, Bandung, Surabaya, Malang dan Jayapura yang mewakili kota metropolitan, kota besar, dan kota sedang kecil.

Lokasi tersebut dipilih setelah mempertimbangkan tersedianya produsen dan pemasok peralatan SR, kemudahan investasi, lingkungan geografis, dan besarnya kehilangan air serta kesehatan PDAM. Penelitian dilakukan pada tahun 2010, melalui tahapan pengumpulan data, pemodelan sistem, analisis data dan penarikan kesimpulan.

Pendekatan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pendekatan sistem yang mempelajari adanya hubungan antara elemen-elemen sistem yang dikaji, menemukan faktor faktor penting yang membentuk sistem, dan membuat model kualitatif untuk membantu dalam pembuatan keputusan keputusan.

Pengumpulan data diawali dengan penelusuran pustaka dari media elektronik dan survei instansional. Kemudian dilakukan konsultasi

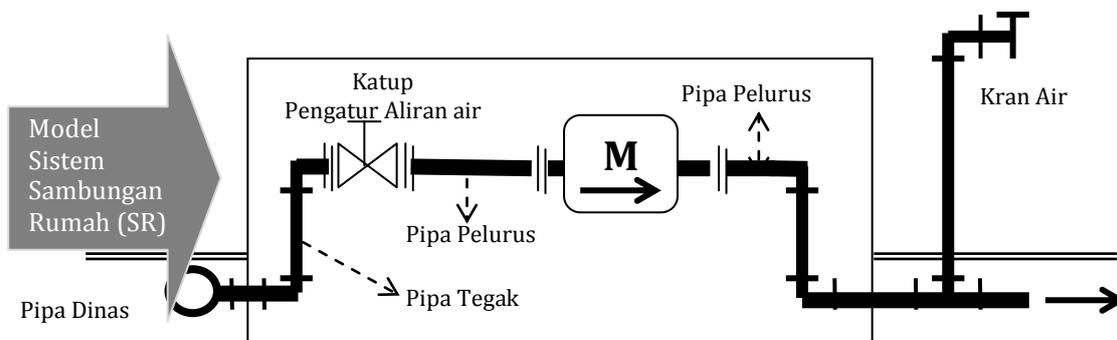
dengan PDAM untuk menetapkan lokasi SR yang layak diamati. Selanjutnya dilakukan observasi terhadap aspek teknis terhadap sistem SR. Aspek teknis yang diamati meliputi bahan, ukuran pipa, sistem sambungan, peralatan katup, meter, penyambungan. Diskusi dengan teknisi difokuskan pada aspek monitoring dan evaluasi yang dilakukan PDAM terhadap sistem SR yang dipasang di persil rumah yang dilayani. Pengamatan lapangan terhadap SR tersebut mengacu pada tipologi sistem SR pada gambar 2.

Analisis dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Pemberian nilai skala tertentu dilakukan terhadap kondisi kualitatif masing masing elemen sistem sambungan rumah (Sistem SR) yang diamati. Nilai kinerja di analisis dengan menggunakan indeks komposit yang dihitung dengan menggunakan metode pembandingan berganda atau *multiple comparison method*.

Evaluasi kinerja model sistem SR yang diamati, dilakukan pula secara kualitatif yang kemudian dikuantitatifkan dengan menggunakan 6 (enam) parameter evaluasi. Parameter tersebut adalah (i) Sistem elemen (ii) bahan SR, (iii) sistem Taping, (iv) katup, (v) tipe meter, dan (vi) pipa tegak.

Analisis kinerja masing masing model sistem SR terseleksi dilakukan dengan menggunakan pendekatan Indeks Sistem Sambungan Rumah (ISSR) dan Indeks Kedekatan Sambungan Rumah (IKSR), yang dikembangkan dengan mempertimbangkan keunggulan fungsional elemen-elemen sistem.

Nilai Indeks Sistem Sambungan Rumah (ISSR) adalah akar jumlah kuadrat dari selisih angka maksimum dengan angka minimum input pembentuk SR dan dirumuskan dengan persamaan (4) dan (5).



Gambar 2 Model Dasar Sistem Sambungan Rumah (SR)

Nilai Indeks Kedekatan Sambungan Rumah (IKSR) adalah akar jumlah kuadrat elemen-elemen pembentuk sistem yang terdekat dengan angka ideal dan dirumuskan dengan persamaan 9 dan 10.

Perhitungan ISSR dan IKSR tersebut merupakan aplikasi teori *euclidean distance*. Angka ideal menggambarkan kondisi yang dituju atau kondisi yang diharapkan. Dan angka adalah angka

minimum atau angka maksimum dari variabel tujuan yang diperbandingkan (Elena Deza & Michel Marie Deza 2009, Pamekas R, 2013).

Langkah Perhitungan dan Analisis

Perhitungan dan Analisis kinerja dari 9 (sembilan) model sistem sambungan rumah (SR) dibagi kedalam 3 (tiga) tahap berikut ini.

Tahap pertama : penyiapan data

Pada tahap ini, kelengkapan unsur-unsur pembentuk sistem sambungan rumah (SR) disajikan dalam bentuk matrik dua sisi yang terdiri dari 6 x 9 sel matrik data. Arah lajur (*row*) menjelaskan sistem SR yang dibagi menjadi 6 (enam) elemen yaitu sub sistem elemen, sub sistem bahan, sub sistem tapping, sub sistem katup, sub sistem meter dan sub sistem pipa tegak. Pada arah kolom (*column*) adalah 9 (sembilan) produk atau model sistem SR yang ditemukan dilapangan dan berbeda karakteristiknya.

Tahap kedua : analisis kinerja output

Pada tahap ini dilakukan perhitungan input model sistem SR setelah semua input data distandarkan dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$D_{ij} = X_{ij} / \sum X_{ij}, \dots\dots\dots (1)$$

$$IpMSSR_{ij} = \sum D_{ij} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

dimana D_{ij} adalah hasil normalisasi data untuk variabel i ($i = 1$ sampai 6 dan $j = 1$ sampai dengan 9 model sistem SR). Standarisasi data dilakukan untuk mencegah pengaruh penggunaan satuan yang berbeda yang dalam hal ini adalah jumlah unit dan rating fungsi. Selanjutnya dihitung kinerja dan bobot kinerja output dengan menggunakan rumus-rumus:

$$ISSR_{ij(awal)} = \sqrt{\{D_{ij(maks)}^2 + D_{ij(min)}^2\}} \dots\dots\dots (4)$$

$$ISSR_{ij(akhir)} = ISSR_{ij(akhir)} / \sum ISSR_{ij(maks)} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

$$KnPut_{ij} = InMSSR_{ij} / ISSR_{ij(akhir)} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

$$B-KnPut_{ij(rata\ rata)} = KnPut_{ij} \times NR_{ij} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

dimana $ISSR_{ij(awal)}$ adalah ISSR asli (*original*) yang menghasilkan angka indeks antara 0,00 sampai dengan 1,00, sedangkan $ISSR_{ij(akhir)}$ adalah ISSR akhir atau penyesuaian dengan menggunakan referensi angka maksimum ISSR awal untuk acuan perbandingan sehingga menghasilkan angka indeks antara 10 sampai dengan 100. $KnPut_{ij}$ adalah kinerja output dan $B-KnPut_{ij(rata\ rata)}$ adalah Bobot Kinerja output rata rata sedangkan dan NR adalah singkatan nilai rating.

NR ditetapkan berdasarkan selisih antara $ISSR_{ij(akhir)}$ dengan $ISSR_{ij(rata\ rata)} \pm$ standarisasi atau ($XR \pm$ -Stadev). $NR = 3$ apabila keduanya ya positif, $NR = 2$ apabila hanya satu angka ya positif dan $NR = 1$ bila keduanya ya negatif. Penetapan NR ditujukan untuk memutuskan tingkatan (*level*) output kedalam 3 (tiga) kelompok kategori tingkatan yang berbeda yang dalam hal ini diberi sebutan tinggi, sedang dan kurang.

Tahap ketiga : analisis kinerja outcome

Pada tahap ini dihitung jarak *euclidean* untuk acuan perhitungan IKSR, kinerja dan bobot kinerja outcome. Jarak *euclidean* untuk setiap variabel pembentuk model sistem SR dihitung dengan rumus:

$$E_{ij} = D_{ij} - D_{ij(ideal)} \dots\dots\dots (8)$$

dimana E_{ij} adalah jarak *euclidean* yaitu jarak antara titik observasi dengan titik harapan (*expectation*) yang ditetapkan sebagai *benchmark*. Titik harapan adalah kondisi yang diinginkan atau kondisi yang dituju (*target*).

Apabila kondisi yang diinginkan adalah mengurangi jumlah elemen fisik maka dipilih referensi angka E_{ij} minimum. Apabila sebaliknya misalnya mempermudah pemasangan, meningkatkan pengendalian tekanan, meningkatkan akurasi pengukuran debit, meningkatkan kekakuan struktur SR, maka angka yang dipilih adalah E_{ij} maksimum.

Selanjutnya dihitung kinerja dan bobot kinerja outcome dengan rumus-rumus:

$$IKSR_{ij(awal)} = \sqrt{(E_{ij})^2} \dots\dots\dots (9)$$

$$IKSR_{ij(konversi)} = 1 / IKSR_{ij(awal)} \dots\dots\dots (10)$$

$$IKSR_{ij(akhir)} = IKSR_{ij(konversi)} / \text{Maks } IKSR_{ij(konversi)} \dots\dots\dots (11)$$

$$KnCom_{ij} = InMSSR_{ij} / IKSR_{ij(akhir)} \times 100 \dots\dots\dots (12)$$

$$B-KnCom_{ij(rata\ rata)} = KnCom_{ij} \times NR_{ij} \times 100 \dots\dots\dots (13)$$

Dimana IKSR adalah Indeks keandalan sambungan rumah, $KnCom$ adalah kinerja *outcome*, $B-KnCom$ (rata-rata) adalah bobot rata rata kinerja outcome dan NR adalah nilai rating. Cara penetapan dan tujuan NR untuk IKSR sama dengan untuk ISSR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kriteria dan Pemodelan Sistem SR

Sistem Sambungan Rumah (Sistem SR) memiliki elemen-elemen utama pada sistem yaitu katup pengaturan aliran, pipa pelurus, dan meter air.

Untuk keperluan penilaian efisiensi maupun efektifitas model sistem SR, elemen-elemen pembentuk sistem SR dikelompokkan kembali kedalam 6 (enam) kelompok atau sub sistem SR yaitu (i) sub sistem elemen, (ii) sub sistem bahan, (iii) sub sistem tapping, (iv) sub sistem katup, (v) sub sistem meter, dan (vi) sub sistem pipa tegak.

Untuk memperoleh gambaran kuantitatif, maka setiap parameter yang tergabung dalam kelompok atau sub sistem tersebut diberi nilai yang mencerminkan bobot kepentingan fungsional parameter yang dinilai. Nilai diberikan berdasarkan jumlah unsur fisik pembentuk sistem SR, kelengkapan dan fungsi unsur-unsur SR dengan mengacu pada spesifikasi yang ditetapkan pada standar yang telah ada (Tabel-1).

Sesuai dengan standar spesifikasi meter air dan standar tata cara pemasangannya, katup meter air yang dipasang pada sistem sambungan rumah (SR), harus dilengkapi dengan alat pengunci dan pembuka kunci yang juga berfungsi sebagai katup searah (*check valve*). Selain itu, meter air tidak boleh terganggu oleh tekanan yang berlebihan yang disebabkan oleh ketidaksejajaran perpipaan dan perlengkapannya. Posisi katup pengatur aliran air harus sesuai dengan arah pengoperasian. Untuk meter air ukuran diameter nominal (DN) 15 mm harus menggunakan katup meter air dan penggunaan katup searah. Pipa pelurus aliran dengan panjang tertentu, harus diletakkan antara katup dan meter air. Saringan, diletakkan antara katup penghenti aliran dan meter air. Alat pengatur sambungan meter air diperlukan pula untuk mendeteksi pemindahan meter air yang tidak diinginkan, atau tidak mempunyai penyangga yang cukup atau penyangga bagian atas yang tidak sejajar (BSN, 2008).

Berdasarkan ketentuan tersebut maka angka 5 (lima) pada sub sistem meter model SR-AJ adalah dikarenakan model tersebut menggunakan meter produk luar negeri (nilai=2) dan menggunakan pipa pelurus standar (nilai=3).

Apabila menggunakan meter produk dalam negeri (nilai=1) dan pipa pelurus standar (nilai=3) maka nilainya = 4. Hal yang sama dilakukan pada sub sistem katup. Diberi nilai=4 apabila model SR menempatkan katup dihilu meter (nilai=2), terdapat katup yang berfungsi ganda yaitu sebagai katup pengarah (*check valve*) sekaligus pereduksi tekanan (*pressure reducing valve*) yang dinilai 2x1=2.

Dengan menggunakan kriteria pada Tabel-1, maka keseluruhan data kuantitatif model sistem SR disusun dalam bentuk matrik dengan 9x6 sel matrik = 54 sel matrik (Tabel-2).

Sebagaimana tertera, maka nilai terkecil dan terbesar pada sub sistem SR (arah "X") masing-masing adalah 12 (sub sistem sistem tapping) dan 104 (sub sistem elemen fisik).

Tabel 1 Kriteria Penilaian Sistem Sambungan Rumah (SR)

Kelompok Sistem SR	Unsur Yang Dinilai	Nilai
1. Sistem pembentuk SR	Banyaknya Unit	1 per unit
2. Sistem Taping	Clamp Sadle Stainless	2
	Clamp Sadle PVC	1
3. Sistem Katup	Ada Ferrule	1
	Tak Ada Ferrule	0
	Posisi Katup Dihulu Meter	2
	Posisi Katup Dihilir Meter	1
4. Sistem Pipa Tegak	Katup Penyearah	1
	Katup Pengatur Tekanan	1
	Pipa Tegak GI	3
	Pipa Tegak PVC	2
5. Sistem Bahan	Tanpa Pipa Tegak	1
	Satu Jenis Bahan	4
	Dua Jenis Bahan	3
	Tiga Jenis Bahan	2
	Empat Jenis Bahan	1
6. Sistem Meter	Sambungan Sistem Ulir	2
	Sambungan Sistem Lem	1
	Meter Produk DN	2
	Meter Produk LN	1
	Pipa Pelurus (Standar)	3
	Pipa Pelurus Non Standar	2
	Pipa Pelurus Sebelah	1
	Tanpa Pelurus	0

Sumber: Puskim, 2010 (diolah)

Tabel 2 Data Kelengkapan Sistem SR

No	Model Sistem SR	Sistem Elemen	Sistem Bahan	Sistem Taping	Sistem Katup	Sistem Meter	Sistem Pipa Tegak
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
1	SR-AJ	18	5	1	2	5	1
2	SR-PJ	15	6	2	3	1	2
3	SR-Mlg1	13	5	1	3	4	3
4	SR-Mlg2	9	5	1	2	2	2
5	SR-Md	14	4	1	1	2	1
6	SR-Jpr	10	3	1	1	3	3
7	SR-Png	11	4	2	2	3	3
8	SR-Lnf	8	4	1	2	4	2
9	SR-Brd	6	4	2	4	4	2
	Jumlah	104	40	12	20	28	19

Sumber : Puskim, 2010 (diolah)

Sub sistem elemen, berhubungan dengan elemen fisik pembentuk sistem SR. Kondisi ideal yang diharapkan adalah meminimalisir jumlah elemen fisik, karena berhubungan dengan kemudahan dan ongkos kerja merakit sistem SR.

Sub sistem bahan berhubungan dengan umur ekonomis sistem SR. Kondisi yang diharapkan adalah memaksimalkan umur ekonomis dengan cara memilih satu jenis bahan yang dapat mencegah timbulnya kendala operasional.

Sub elemen tapping berhubungan dengan target tekanan kerja yang diizinkan. Kondisi yang diharapkan adalah memaksimalkan pencapaian standar tekanan kerja.

Sub sistem katup berhubungan dengan pengaturan aliran air pada kondisi laminar sehingga kerja meter menjadi lebih optimal. Kondisi yang diinginkan adalah memaksimalkan pengaturan aliran laminar dan memudahkan operasionalisasi sistem SR.

Sub sistem meter berhubungan dengan akurasi pencatatan debit aliran yang disalurkan dan dikonsumsi pelanggan. Kondisi yang diharapkan adalah memaksimalkan akurasi pembacaan debit air.

Sub sistem pipa tegak berhubungan dengan stabilitas struktur sistem SR sehingga kondisi yang diharapkan adalah memaksimalkan kestabilan sistem SR agar tidak mudah patah.

Pemodelan sistem SR mempertimbangkan mayoritas pemakaian sistem SR oleh PDAM di kota studi dan karakteristik unsur-unsur pembentuknya. Berdasarkan hasil observasi lapangan diperoleh 9 (sembilan) model sistem SR dan diberi kode model SR yang berbeda. Terdapat 3 (tiga) kategori kode yang digunakan dibelakang tanda SR. Pertama, kode berdasarkan PDAM pengguna mayoritas SR yaitu PDAM Jakarta yang dikelola konsesi PT Aetra (AJ) dan PT Palyja (PJ), PDAM

Malang wilayah1 (Mlg1) dan Malang wilayah2 (Mlg2), Medan (Md), Jayapura (Jpr) dan Penang (Png). Kedua, kode berdasarkan tipe SR lama dan masih berfungsi yaitu (Lnf) dan ketiga pemberian kode berdasarkan tipe SR baru yang mulai digunakan pada pemasangan pelanggan baru PDAM yaitu (Brd).

Model sistem SR-AJ memiliki jumlah elemen fisik terbanyak diantara kesembilan model SR yang dikaji. Model ini juga memiliki nilai sub sistem bahan dan sub sistem meter tertinggi yaitu masing masing = 5.

Disisi lain, model sistem SR-Brd memiliki sub elemen fisik paling sedikit (6 unit) dan memiliki nilai sub sistem katup terbesar (nilai=4) diantara sembilan model SR yang dikaji.

Namun, angka-angka tersebut belum dapat dijumlahkan satu dengan lainnya karena menggunakan satuan yang berbeda. Oleh karena itu, agar dapat dilakukan perhitungan dan analisis, angka-angka pada tabel 3 harus distandarkan sehingga semuanya tanpa satuan atau semua nilai data telah terstandarkan.

Terdapat beberapa metode yang dipakai untuk tujuan standarisasi data misalnya metode *z score* atau *standard score* pada teknik statistik deskriptif, metode normalisasi data dengan fungsi hubungan berbanding terbalik daerah baris (*row*) dan kolom (*column*) dan metode normalisasi dengan fungsi hubungan hasil observasi dengan jumlah angka observasi (Kusumartono, dkk, 2015). Pada kasus ini dipilih metode yang relatif sederhana yaitu metode yang disebutkan terakhir.

Berdasarkan hasil standarisasi data dapat dihitung besarnya nilai input untuk ke-9 model sistem SR dan hasilnya nilai input model SR-Mlg1 paling besar diantara kesembilan model yang dikaji. Nilai terbesar kedua ditempati model SR-Brd dan nilai input terbesar ketiga ditempati oleh model SR-PJ.

Tabel 3 Matrik Standarisasi Data dan Nilai Input Model Sistem Sambungan Rumah

No	Model Sistem SR	Sub Sistem Elemen	Sub Sistem Bahan	Sub Sistem Taping	Sub Sistem Katup	Sub Sistem Meter	Sub Sistem Pipa Tegak	Total Input Model SR
		D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	$\sum(D_{1s}/dD_6)*100$
1	SR-AJ	0,1731	0,1250	0,0833	0,1000	0,1786	0,0526	71,2613
2	SR-PJ	0,1442	0,1500	0,1667	0,1500	0,0357	0,1053	75,1875
3	SR-Mlg1	0,1250	0,1250	0,0833	0,1500	0,1429	0,1579	78,4085
4	SR-Mlg2	0,0865	0,1250	0,0833	0,1000	0,0714	0,1053	57,1564
5	SR-Md	0,1346	0,1000	0,0833	0,0500	0,0714	0,0526	49,2009
6	SR-Jpr	0,0962	0,0750	0,0833	0,0500	0,1071	0,1579	56,9525
7	SR-Png	0,1058	0,1000	0,1667	0,1000	0,1071	0,1579	73,7473
8	SR-Lnf	0,0769	0,1000	0,0833	0,1000	0,1429	0,1053	60,8377
9	SR-Brd	0,0577	0,1000	0,1667	0,2000	0,1429	0,1053	77,2479
Angka Ideal		0,0577	0,1500	0,1667	0,2000	0,1786	0,1579	

Sumber: Puskim, 2010 (diolah)

Disisi lain, input model SR-Md memiliki nilai terkecil dari kesembilan model yang dikaji. Nilai input model SR tersebut adalah nilai input komposit model SR yang mencerminkan banyaknya sumber daya yang dialokasikan untuk pembentukan sistem SR. Dari matrik standarisasi data ini, dapat ditetapkan pula kondisi ideal yang dipakai referensi perhitungan jarak *euclidean*.

Analisis Kinerja Output

Hasil analisis kinerja output dari kesembilan model sistem SR dirangkum pada Tabel-4. Dari tabel ini tampak bahwa model sistem SR-Brd memiliki nilai ISSR awal tertinggi. Dengan menggunakan nilai ISSR tertinggi tersebut sebagai referensi, maka nilai ISSR akhir untuk model SR lainnya semakin jelas. Dari hasil tersebut, 3 (tiga) model dengan nilai ISSR tertinggi adalah model SR-Brd, model SR-Png dan model SR-AJ, sedangkan nilai ISSR terendah adalah model SR-Md. Nilai ISSR adalah

nilai standar komposit yang mencerminkan banyaknya output yang dihasilkan sebuah model SR yang terbentuk.

Ditinjau dari tingkatan (level) output, sebanyak 2 (dua) dari 9 model SR atau 22,2% termasuk kategori tinggi. Model SR tersebut adalah model SR-Brd dan SR-Png (Nilai Rating/NR=3). Sebanyak 5 (lima) dari 9 (sembilan) model SR atau 55,6% termasuk kategori cukup (NR=2). Kelima model SR tersebut adalah SR-AJ, SR-PJ, SR-Mlg1, SR-Jpr dan SR-Lnf. Sisanya yaitu SR-Mlg2 dan SR-Md termasuk kategori kurang (NR=1).

Dengan memperhitungkan rating tingkat output tersebut, maka didapat nilai kinerja output model SR. Kinerja output menjelaskan ukuran komposit kinerja output untuk masing-masing model sistem SR yang dikaji sehingga dapat diperbandingkan antara model yang satu dengan model lainnya.

Tabel 4 Hasil Analisis ISSR, Rating ISSR, Kinerja dan Bobot Kinerja Output

No	Model Sistem SR	Nilai Variabel Terstandarkan		ISSR		Nilai Rating (NR) ISSR			Kinerja Output	Bobot Kinerja output
		Maks	Min	Awal	Akhir	XR+Std	XR-Std	NR		
1	SR-AJ	0,1786	0,0526	0,1862	89,44	-6,41	16,05	2,00	125,50	41,83
2	SR-PJ	0,1667	0,0357	0,1705	81,89	-13,96	8,50	2,00	108,91	36,30
3	SR-Mlg1	0,1579	0,0833	0,1785	85,77	-10,07	12,39	2,00	109,39	36,46
4	SR-Mlg2	0,1250	0,0714	0,1440	69,16	-26,68	-4,22	1,00	121,01	20,17
5	SR-Md	0,1346	0,0500	0,1436	68,99	-26,86	-4,40	1,00	140,22	23,37
6	SR-Jpr	0,1579	0,0500	0,1656	79,57	-16,28	6,18	2,00	139,71	46,57
7	SR-Png	0,1667	0,1000	0,1944	93,38	-2,47	19,99	3,00	126,62	63,31
8	SR-Lnf	0,1429	0,0769	0,1623	77,95	-17,90	4,56	2,00	128,12	42,71
9	SR-Brd	0,2000	0,0577	0,2082	100,00	4,16	26,62	3,00	129,45	64,73
			Maks	0,2082	100,00	4,16	26,62	3,00	140,22	64,73
			Rata-rata	0,1726	84,61	-12,94	9,52	2,00	125,44	41,72

Sumber: Puskim, 2010 (diolah)

Dari perhitungan ini, diketahui bahwa model SR-Brd yang memiliki nilai ISSR_{ij(akhir)} dan NR kategori baik, menempati urutan kinerja output ketiga dibawah model SR-Md dan SR-Jpr. Hal itu membuktikan bahwa tingginya nilai ISSR dan tingkatan output tidak otomatis menghasilkan kinerja output yang tinggi.

Ditinjau dari sudut pandang manajemen kinerja, selain kinerja output perlu diperhatikan pula unsur bobotnya. Apabila kinerja output berhubungan dengan ukuran, maka bobot kinerja berhubungan dengan kepentingan (*significance*) pencapaian kinerja yang ditetapkan.

Sebagaimana tampak pada **Gambar 3**, model sistem SR-Brd memiliki bobot kinerja output tertinggi. Disisi lain model sistem SR-Mlg2 menempati peringkat bobot kinerja output terbawah.

Apabila nilai bobot kinerja output rata rata dipakai sebagai referensi pengambilan keputusan, maka terdapat 4 (empat) model sistem SR yang memiliki bobot kinerja output kurang dari 41,71%. Model sistem SR tersebut adalah SR-Mlg2, SR-Md, SR-PJ dan SR Mlg1. Keempat model sistem tersebut perlu ditingkatkan kinerja outputnya.

Apabila rasio antara bobot kinerja output dipakai acuan menentukan urutan tahap perbaikannya maka model sistem SR-Mlg2 dan SR-Md adalah kelompok pertama yang diperbaiki kinerjanya.

Pengelompokan ini sama dengan kelompok berdasarkan NR.

Analisis Kinerja Outcome

Analisis ini diawali dengan menentukan jarak *euclidean* untuk setiap variabel pembentuk model sistem SR (Tabel-5). Sebagaimana pembahasan dimuka, angka ideal ditetapkan dari data hasil observasi sistem SR yang telah

distandarkan. Jarak *euclidean* dihitung dari selisih antara data observasi terstandarkan dikurangi angka ideal.

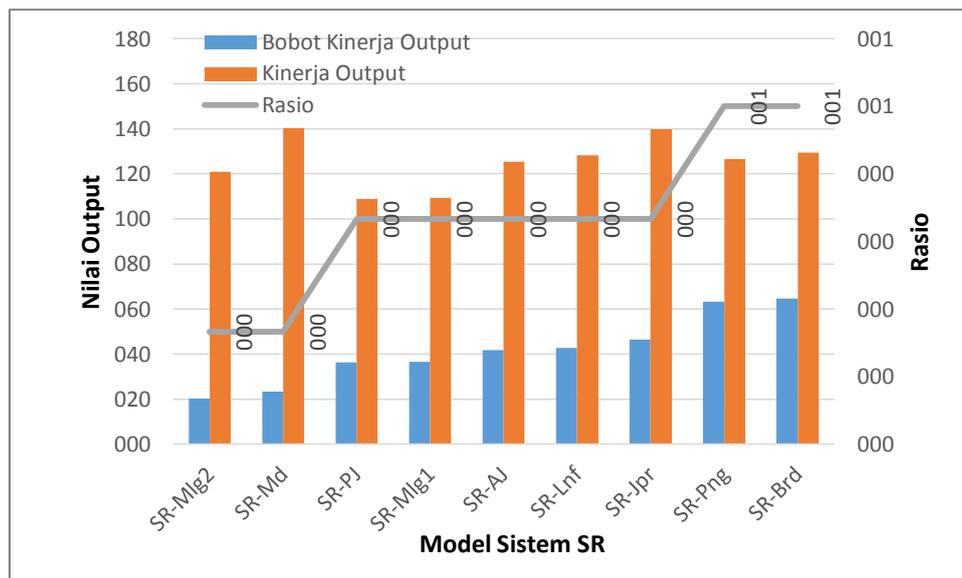
Karena angka ideal berasal dari data model sistem SR yang dikaji, maka angka yang sama dengan referensi menjadi nol. Ditinjau dari sisi variabel pembentuk model sistem SR dapat diketahui bahwa terdapat variasi mengenai jumlah angka nol pada masing masing variabel.

Pada sub elemen fisik terdapat 1 (satu) angka nol yaitu model sistem SR-Brd. Pada sub sistem bahan juga terdapat 1 (satu) angka nol yaitu model sistem SR-PJ. Pada sub sistem tapping terdapat 3 (tiga)

angka nol yaitu model sistem SR-PJ, SR-Png dan SR Brd. Pada sub sistem katup hanya ada 1 (satu) angka nol yaitu model sistem SR-Brd dan pada sub sistem meter juga terdapat 1 (satu) angka nol yaitu model sistem SR-AJ.

Sub sistem keenam yaitu sub sistem pipa tegak memiliki 3 (tiga) angka nol yaitu model sistem SR-Mlg1, SR-Jpr dan SR-Png.

Apabila ditinjau dari sisi model sistem SR, terdapat juga variasi jumlah angka nol. Model sistem SR yang memiliki 1 (satu) angka nol adalah SR-AJ, SR-Mlg1 dan SR-Jpr.



(Sumber: Puskim, 2010-diolah)

Gambar 3 Peringkat Bobot Kinerja Output Model Sistem SR

Tabel 5 Matrik Jarak *Euclidean* Model Sistem Sambungan Rumah

No	Model Sistem SR	Sub Sistem Elemen	Sub Sistem Bahan	Sub Sistem Taping	Sub Sistem Katup	Sub Sistem Meter	Sub Sistem Pipa Tegak
		E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆
1	SR-AJ	0,1154	-0,025	-0,0833	-0,100	0,0000	-0,1053
2	SR-PJ	0,0865	0,000	0,0000	-0,050	-0,1429	-0,0526
3	SR-Mlg1	0,0673	-0,025	-0,0833	-0,050	-0,0357	0,0000
4	SR-Mlg2	0,0288	-0,025	-0,0833	-0,100	-0,1071	-0,0526
5	SR-Md	0,0769	-0,050	-0,0833	-0,150	-0,1071	-0,1053
6	SR-Jpr	0,0385	-0,075	-0,0833	-0,150	-0,0714	0,0000
7	SR-Png	0,0481	-0,050	0,0000	-0,100	-0,0714	0,0000
8	SR-Lnf	0,0192	-0,050	-0,0833	-0,100	-0,0357	-0,0526
9	SR-Brd	0,0000	-0,050	0,0000	0,000	-0,0357	-0,0526

Sumber : Puskim, 2010 (diolah)

Model sistem SR yang memiliki 2 (dua) angka nol adalah SR-PJ dan SR-Png, sedangkan yang memiliki 3 (tiga) angka nol adalah model sistem SR-Brd.

Pada kasus ini terdapat 3 (tiga) model sistem SR yang tidak memiliki angka nol yaitu SR-Mlg2, SR-Md dan SR-Lnf.

Jarak *euclidean* menganut konsep jarak terdekat dengan kondisi yang dituju atau kondisi yang diinginkan. Berdasarkan konsep tersebut maka angka minimum pada arah kolom model sistem SR adalah SR-Md dan SR-Jpr yaitu -0,150. Angka ini terletak pada variabel sub sistem katup. Hal itu berarti bahwa kedua model sistem tersebut paling

dekat dengan kondisi yang dituju apabila variabel yang ditinjau hanya satu yaitu variabel sub sistem katup. Sementara itu, terdapat 5 (lima) variabel lain yang memberi kontribusi pada pembentukan sistem SR.

Berdasarkan fakta ini, maka model sistem SR yang memiliki angka nol juga tidak otomatis menjadi model yang diharapkan, karena masih terdapat angka angka yang lebih kecil dari nol. Oleh karena itu, pengambilan kesimpulan untuk menetapkan model yang diharapkan tidak cukup hanya dengan mendasarkan pada angka terkecil saja. Semua variabel pembentuknya model sistem harus diperhitungkan dalam pengambilan keputusan tersebut.

Perhitungan secara komposit terhadap jarak *euclidean* menghasilkan nilai komposit yang dalam hal ini disebut "**Indeks kedekatan**

sambungan rumah (IKSR)". Indeks ini menjelaskan model sistem SR yang dikaji terhadap kondisi yang dituju atau diharapkan (Tabel-6).

Berdasarkan konsep ini, nilai indeks komposit terkecil mencerminkan kedekatan model sistem SR dengan kondisi yang diharapkan atau menempati peringkat pertama. Disisi lain, praktisi dan pengambil keputusan seringkali memandang peringkat berdasarkan nilai terbesar. Oleh karena itu, untuk menghindari kemungkinan kesalahan dalam pengambilan keputusan, dilakukan konversi terhadap $IKSR_{ij(awal)}$ yaitu dari angka terkecil menjadi angka terbesar.

Selain itu, model yang diperbandingkan pada kasus ini hanya 9 (sembilan) model yang dikaji, maka dipilih nilai $IKSR_{ij(konversi)}$ tertinggi sebagai referensi.

Tabel 6 Hasil Analisis IKSR, Rating IKSR, Kinerja dan Bobot Kinerja Outcome

No	Model Sistem SR	IKSR			Rating IKSR			Kinerja Outcome	Bobot Kinerja Outcome
		Awal	Konversi	Akhir	XR+Std	XR-Std	Nilai		
1	SR-AJ	0,2048	4,88	39,49	6,88	-33,49	2	55,42	18,47
2	SR-PJ	0,1821	5,49	44,42	11,81	-28,56	2	59,08	19,69
3	SR-Mlg1	0,1260	7,94	64,21	31,60	-8,77	2	81,89	27,30
4	SR-Mlg2	0,1807	5,53	44,77	12,16	-28,21	2	78,34	26,11
5	SR-Md	0,2458	4,07	32,91	0,30	-40,07	2	66,90	22,30
6	SR-Jpr	0,2041	4,90	39,64	7,03	-33,34	2	69,61	23,20
7	SR-Png	0,1411	7,09	57,33	24,72	-15,65	2	77,74	25,91
8	SR-Lnf	0,1545	6,47	52,38	19,76	-20,60	2	86,09	28,70
9	SR-Brd	0,0809	12,36	100,00	67,39	27,02	3	129,45	64,73
	Maks	0,2458	12,36	100,00	67,39	27,02	3,00	129,45	64,73
			XR	52,80	20,18	-20,18	2,11	78,28	28,49

Sumber: Puskim, 2010 (diolah)

Dengan demikian, model sistem SR yang dipakai sebagai referensi mendapat nilai 100, sedangkan model sistem SR yang mendapat nilai $IKSR_{ij(konversi)}$ lebih kecil dari referensi, otomatis memperoleh nilai kurang dari 100.

Pendekatan tersebut dilakukan untuk mempermudah analisis kinerja outcome, termasuk membandingkan hasilnya dengan bobot kinerja outcome, bahkan dengan kinerja output dan bobot kinerja output.

Seperti halnya pada analisis kinerja output, pola rating dengan menggunakan pendekatan XR+/- standar deviasi diaplikasikan pada penetapan *level* kinerja outcome. Berbeda dengan hasil leveling pada kinerja output, pada analisis kinerja outcome hanya terbagi menjadi 2 (dua) level kinerja. Dari sembilan model sistem SR yang dikaji hanya terdapat 1 (satu) model yang termasuk kategori tinggi (nilai rating =3) yaitu model sistem SR-Brd. Model sistem SR lainnya termasuk kelompok kategori cukup tinggi (nilai rating=2).

Selanjutnya, nilai rating tersebut digunakan untuk menghitung bobot kinerja outcome. Hasilnya digunakan untuk menetapkan peringkat bobot kinerja outcome yang disandingkan dengan kinerja outcome. Sebagaimana tampak pada Gambar-4, bobot kinerja outcome model sistem SR-Brd menempati peringkat pertama, kemudian diikuti oleh model sistem SR-Lnf dan dan SR-Mlg1. Peringkat bobot kinerja outcome terendah ditempati oleh model sistem SR-Aj. Berbeda dengan kinerja output, perbedaan nilai kinerja outcome antara model yang satu dengan model lainnya relatif kecil, sedangkan perbedaan kinerja output lebih besar.

Apabila angka rata rata digunakan pula sebagai acuan pengambilan keputusan, maka terdapat 7 (tujuh) dari 9 (sembilan) model atau hampir 78% model yang dikaji memerlukan perbaikan kinerja outcome. Ketujuh model tersebut memiliki bobot kinerja outcome kurang dari 28,49%. Model sistem SR yang dinilai tidak memerlukan perbaikan kinerja adalah model SR-Brd dan SR-Lnf.

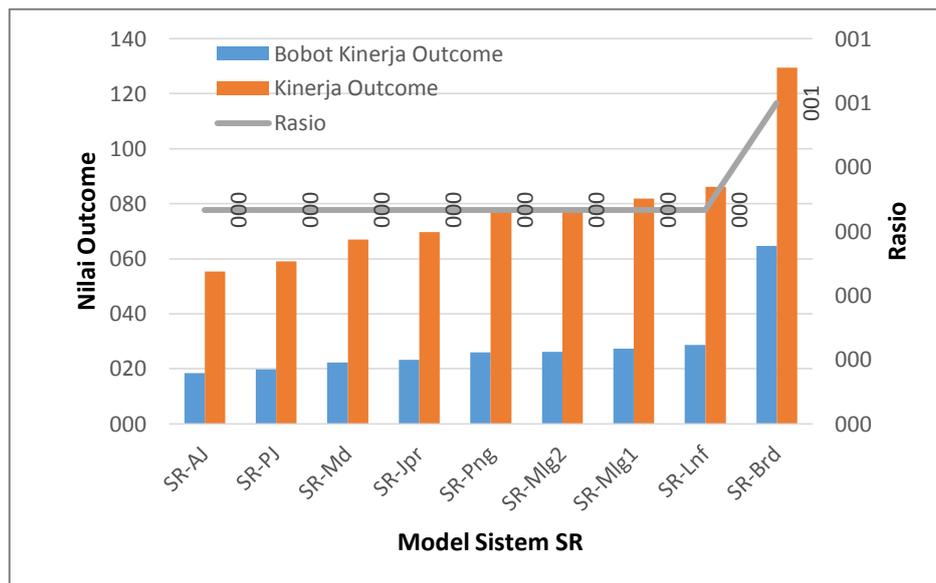
Berbeda dengan kinerja output, pengelompokan perbaikan kinerja outcome tidak dapat menggunakan nilai NR maupun rasio karena tidak ada kelompok yang memiliki NR < 2 atau rasio < 0,33. Namun, urutan peringkat nilai kinerja output dapat dipakai acuan untuk tujuan tersebut misalnya peringkat 2 (dua) terbawah atau 3 (tiga) terbawah dan sebagainya.

Standardisasi Sistem SR

Standardisasi adalah proses merumuskan, menetapkan, menerapkan dan merevisi standar, yang dilaksanakan secara tertib dan bekerjasama dengan semua pihak.

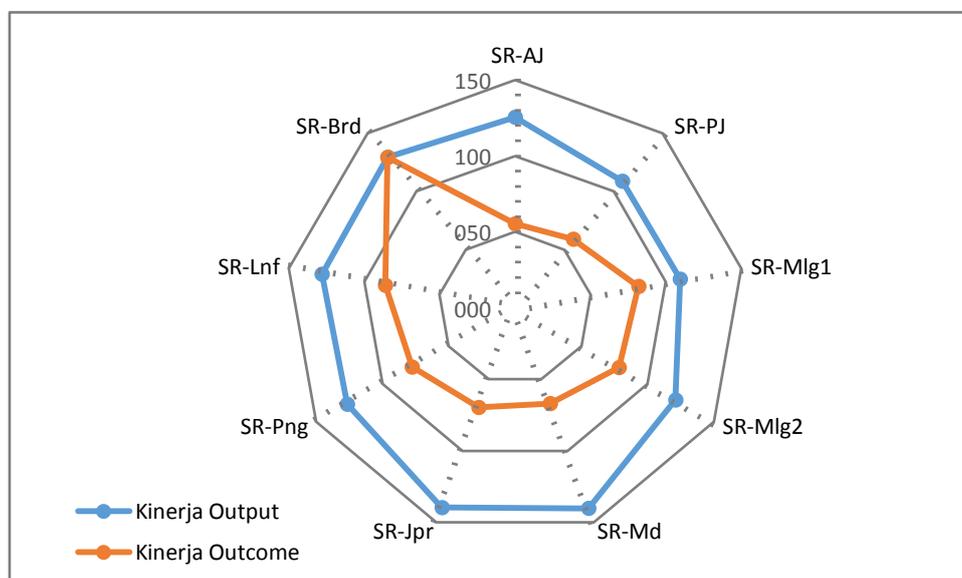
Dalam menetapkan standar, harus dipertimbangkan syarat-syarat keselamatan, keamanan, kesehatan, lingkungan hidup, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), serta pengalaman, perkembangan masa kini dan masa yang akan datang untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya.

Model sistem SR yang baik, secara analitis dapat diamati dari beberapa hal yaitu kinerja output dan outcome (Gambar-5), nilai NR dan rasio rasio antara kinerja dengan bobotnya.



Sumber: Puskim, 2010-diolah

Gambar 4 Peringkat Bobot Kinerja Outcome Model Sistem SR



Sumber: Puskim, 2010-diolah

Gambar 5 Peta Kinerja Model Sistem SR

Berdasarkan kriteria tersebut, model sistem SR-Brd memenuhi semua unsur kriteria yang digunakan penilaian. Dari wawancara dengan PDAM, yang telah mulai menggunakan model sistem SR-Brd ini, didapat informasi tentang beberapa keunggulan dari model ini yaitu sudah menggunakan pipa pelurus standar didepan meter air atau di hulu arah aliran dan telah dilengkapi dengan sistem katup dan *ferrule* pada posisi di hulu aliran air.

Sistem katup yang dipasang berfungsi ganda yaitu sebagai penyelarasan aliran sekaligus sebagai pereduksi input tekanan berlebih (*pressure reduction valve*). Sistem "*ferrule*" juga berfungsi sebagai pereduksi dan pengendali tekanan yang berlebih, tetapi dipasang di tapping (cabang) ke pipa dinas.

Secara teoritis, tekanan kerja yang berlebih atau terlalu kecil berpengaruh pada debit aliran air yang dipasok ke pelanggan. Tekanan kerja yang berlebih berpotensi menimbulkan beberapa kerugian misalnya keretakan pada pipa, rembesan air pada sambungan pipa, putaran jarum pembacaan meter air yang tidak terkendali. Sebaliknya, tekanan kerja yang terlalu kecil berpotensi mengurangi pasokan air ke konsumen (teknis) dan memperkecil akurasi pencatatan debit air maupun pembacaan meter oleh petugas (nonteknis). Apabila aliran masuk meter tidak laminar, maka ketelitian alat baca otomatis pada meter air semakin berkurang. Apabila spesifikasi bahan dan sambungan pipa lebih kecil dari tekanan kerja, maka dapat terjadi keretakan pada dan sambungan pipa.

Dengan demikian, tekanan kerja berlebih berpotensi menambah debit air yang hilang secara teknis dan debit air yang hilang akibat pembacaan yang tidak cocok (nonteknis). Kondisi tersebut tidak menguntungkan PDAM maupun konsumennya. Penerimaan PDAM dari penjualan air berkurang karena semakin besar angka kebocoran, semakin besar pula volume air yang tidak menghasilkan penerimaan (*non-renewable water*). Konsumen juga dirugikan karena membayar tarif air yang tidak cocok dengan volume air yang dikonsumsi (tekanan berlebih) dan membayar tarif air berdasarkan tarif terendah (tekanan terlalu kecil).

Telah disebutkan di muka bahwa bobot kinerja output mencerminkan ukuran kelengkapan SR terhadap standar yang diharapkan. Nilai bobot kinerja output rata-rata sebesar 41,72% mencerminkan ukuran kelengkapan fisik dari kesembilan model sistem SR yang dikaji. Apabila ukuran standar dikaitkan dengan persyaratan teknis, maka semakin tinggi bobot kinerja output semakin memenuhi persyaratan teknis yang

diharapkan. Disisi lain, bobot kinerja outcome sebesar 28,49% mencerminkan target pencapaian manfaat atas pemenuhan standar ukuran kelengkapan SR. Semakin tinggi bobot kinerja outcome, maka semakin besar manfaat atas terpenuhinya standar kelengkapan SR.

Apabila dilihat dari sisi besarnya kehilangan air, maka semakin tinggi bobot kinerja outcome, semakin rendah prosentase kehilangan air yang terjadi.

Berdasarkan hal tersebut, standar kelengkapan SR yang telah ada, perlu lebih ditingkatkan sehingga angka kehilangan air dapat diturunkan. Caranya adalah dengan menyiapkan pedoman dan standar SR baru.

Standar tata cara pemasangan SR dan standar spesifikasi meter air yang telah ada perlu dilengkapi dengan standar lainnya misalnya standar tata cara pemetaan model sistem SR, standar spesifikasi katup berfungsi ganda dan standar spesifikasi *ferrule* dan standar tata cara pengawasan pemasangan sistem SR.

Standar tata cara pengawasan terhadap kegiatan pemasangan sistem SR diperlukan untuk memastikan bahwa sistem SR yang dipasang telah memenuhi semua persyaratan yang ditetapkan.

Untuk memastikan bahwa model sistem SR yang akan distandarkan telah memenuhi persyaratan teknis, masih perlu dilakukan penelitian percobaan (*experimental research*).

Pengujian teknis terhadap model sistem SR yang akan di standarkan meliputi pengujian tekanan, dan pengujian aliran serta pengujian kekuatan bahan. Persoalan yang perlu dijawab dari percobaan tersebut adalah bagaimana mendapatkan aliran maksimal pada kondisi tekanan kerja yang berlaku dan kehilangan tekanan dalam sistem yang minimum.

Penurunan tingkat kebocoran air minum, selain melalui kebijakan standarisasi sistem SR, perlu pula dilakukan perbaikan dan penggantian sistem SR yang ada secara bertahap.

Melalui pemetaan yang lebih luas dibuat perencanaan dan pemrograman untuk mempercepat upaya penurunan kehilangan air (teknis maupun nonteknis). Penelitian percobaan (*experimental research*) diperlukan untuk mendukung proses pembuatan standar sistem SR tersebut.

Hasil penelitian percobaan digunakan acuan untuk melengkapi 2 (dua) standar sistem SR yang telah

ada. Standar yang perlu dikembangkan mencakup standar pemetaan model sistem SR, standar spesifikasi katup berfungsi ganda (penyelaras air dan pereduksi tekanan), standar *ferrule* dan standar tata cara pengawasan pemasangan sistem SR dan standar pengujian keandalan sistem SR terpasang.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Ditinjau dari kelengkapan fisik SR, model sistem SR yang telah digunakan di lapangan belum cukup mampu untuk mendukung upaya penurunan tingkat kebocoran air (teknis dan nonteknis). Namun, model sistem SR-Brd yang telah diaplikasikan pada pelanggan baru PDAM, terbukti lebih baik bila dibandingkan dengan model sistem SR yang telah digunakan PDAM sebelumnya. Oleh karena itu, model sistem Brd dapat dikembangkan menjadi standar model sistem SR masa datang.

Saran

Adapun saran dan tindak lanjut penelitian ini adalah perluasan pemetaan sistem SR di lapangan dan identifikasi elemen elemen SR yang perlu diganti. Selain itu, perlunya pengujian prototipe model sistem secara teknis, khususnya pengujian terhadap perubahan tekanan dan dampaknya terhadap debit aliran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Penelitian Perumahan dan Permukiman atas kesempatan mengikuti program penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para penilai dan pengelola majalah ilmiah atas kritik dan saran konstruktif untuk pendalaman dan penyempurnaan dan penerbitan karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya Primatika, 2009, Analisis Efektifitas Sistem Informasi Akuntansi Penggajian Karyawan (Studi Kasus di Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Malang), Tesis program Sarjana Akuntansi Fakultas Ekonomi Universitas Brawijaya Malang, 2009.

Aleksey Egorov, Konstantin Kozlov, Vladimir Belogusev, 2015, A Method for Evaluation of the Chain Derive Efficiency, *Journal of Applied Engineering Sciences*, 13(4) 2015: 277 – 282.

Andries Yudi, Afriana, 2011, Analisis Kinerja Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Brebes, Tesis Program Sarjana Akuntansi Fakultas Ekonomi UPN "Veteran" Yogyakarta

[BSN], Badan Standardisasi Nasional, 2008, Standar Nasional Indonesia nomor SNI 2418:2-2008 tentang Tata Cara Pemasangan Meter Air.

[BSN], Badan Standardisasi Nasional, 2008, Standar Nasional Indonesia nomor SNI 2547-2008 tentang Spesifikasi Meter Air.

[Dit. Pengembangan Air Minum] (PAM), Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU 2015.

Fitrijani, 2008, Usaha Pelayanan Air Minum Skala Kecil di Kota Palembang, *Jurnal Permukiman*, Vol. 3 No. 4 November 2008.

Gede Suharjono, N. Budiarta R. M, Mayun Nadiasa, 2014, Analisis Faktor Kinerja Pengelolaan Air Bersih Perdesaan di Kabupaten Buleleng, *Jurnal Spektran* Vol. 2. No. 1, Januari 2014

Hetisani Chauke, Farai Mudavanhu, 2015, An Assessment of the Impacts of the Runde Water Supply on the Life and Business of the Local People. A Case Study of Lundi Business Centre in Mwenzezi District, *Journal of Fisheries Livest Production* 2015, 3:1.

Ismawati, 2015, Studi Kinerja Pelayanan PDAM Makassar di Beberapa Perumahan di Kecamatan Tamalate, Tesis, Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Sipil Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin.

[KPMG Indonesia], Klynveld Peat Marwick Goerdeler, 2015, *Investing in Indonesia*, 2015.

Kusumartono H, Asep Sapei, Arya Hadi Dharmawan dan Zuzy Anna, 2015, Formulasi Indeks Kerentanan untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Pulau Pulau Kecil, Studi Kasus di Propinsi Nusa Tenggara Timur, *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*, Volume 7 No. 3: 119-132.

Kusumastuti, 2008, Penyediaan Prasarana dan Sarana Permukiman sebagai Motor Pertumbuhan Ekonomi dalam Wilayah Pakal Benowo, *Jurnal Aplikasi*, Volume 4, No. 1, Pebruari 2008.

Manafe dan Prilia Herdiyani, 2015, Penilaian Kinerja di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Pasuruan dengan Menggunakan Perspektif Finansial dan Non Finansial. Undergraduate Tesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Nino Heri Setyoadi, 2014, Penilaian Sistem Pelayanan Infrastruktur Air Minum, Program Pamsimas (Studi Kasus Kabupaten Cilacap) *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*, Vol. 6 No. 2, Juli 2014, hal 78-139.

Pamekas R, 2013, *Pembangunan dan Pengelolaan Infrastruktur Kawasan Permukiman*, Penerbit Pustaka Jaya, Bandung.

Pingkan Esterina Tampanguma, Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw, 2015, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Suluun Satu, Kecamatan Suluun Taهران*,

Kabupaten Minahasa Selatan, *Jurnal Sipil Statik* Vol. 3 No. 5 Mei 2015: 292-302.

[Puskim], Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, 2010. *Laporan Akhir Pengkajian Penerapan Sistem Sambungan Rumah dan Pengembangan Teknologi dan Pengelolaan IPA untuk Air Minum dengan Bahan FRP*, Bandung.