

ABSTRAK

BAMBANG SISWANTO. Model Ekonomi Pengendalian Daya Rusak Air Tanah Di Kota Semarang: Pendekatan *Game Theory* dan Eksperimen Ekonomi. Dibimbing oleh Prof. Dr. F.X. SUGIYANTO, MS dan AKHMAD SYAKIR KURNIA, Ph.D.

Latar Belakang. Pengambilan air tanah di Kota Semarang diduga telah turut mengakibatkan munculnya daya rusak air tanah. Penurunan permukaan tanah dilaporkan Soedarsono dan Marfai (2012) terjadi di berbagai wilayah Kota Semarang, terutama wilayah yang lokasinya relatif dekat dengan pantai. Laju penurunan permukaan tanah di kawasan Pantai Marina (241,75 ha), kawasan Marina, Indoperkasa Usahatama, PRPP (254,75 ha), Tanah Mas REI, Kuningan, Dadapsari, Bandarharjo, Tanjung Mas (1.020,08 ha), kawasan Unissula – Genuk (857,03 ha) pada tahun 2010 termasuk kategori tinggi (lebih dari 0,2 meter per tahun). Kawasan LIK Bugangan, Muktiharjo, Tlogosari (1.412,49 ha), Indraprasta, Tugu Muda, Sekayu (70,99 ha), Puri Anjasmoro, Karangayu (758,93 ha), Bulustalan, Pekunden, Jalan Pandanaran (435,53 ha), Jalan Depok – Kauman (1.067,03 ha) termasuk kategori sedang (0,1 - 0,2 meter per tahun). Kawasan Genuksari – Kauman (630,01 ha), Kalicari, Kekancan Mukti (371,59 ha), Wonodri, Lamper, Sendangguwo (4.134,78 ha) termasuk kategori rendah (kurang dari 0,1 meter per tahun).

Suhartono *et al.* (2013) mengukur intrusi air asin dari konsentrasi khlorida pada air tanah di delapan sumur pantau, yaitu STM Perkapalan, PRPP, Pelabuhan Tanjung Mas, Kimia Farma, LIK Kaligawe, Simpang Lima, Sandratex, P.T. Pancajaya. Konsentrasi khlorida kurang dari 250 mg/l air tanah dinyatakan baik dan layak diminum, diatas 250 mg/l dinyatakan air tidak bisa diminum, sedangkan diatas 1.000 mg/l dinyatakan air tercemar. Pada tahun 2013 dilaporkan hampir semua sumur pantau yang diamati menunjukkan air tanah yang tidak layak diminum, kecuali sumur pantau Kimia Farma. Sumur pantau STM Perkapalan dan LIK Kaligawe menunjukkan air tanah sudah tercemar. Pada tahun 1992 air tanah di hampir semua sumur pantau layak diminum, kecuali air tanah di sumur pantau STM Perkapalan tidak layak diminum tetapi belum masuk kategori tercemar.

Air tanah termasuk kategori *common pool resources* (CPRs) dan rezim pengelolaannya bersifat bebas diakses oleh siapapun (*open acces*). Hardin (1968) membuat metafora yang menunjukkan akhir dari pemanfaatan CPRs pada situasi *open access* adalah kerusakan dan kehancuran sumber daya tersebut (*tragedy of the commons*). Ostrom (1990) memodelkan metafora Hardin dengan menggunakan

matriks *Prisoner's Dilemma Game* (PDG). Ostrom menunjukkan perubahan struktur imbalan, dengan penerapan denda, merupakan upaya mencegah PDG berakhir pada situasi tragedi. Selain mengubah struktur imbalan, penelitian-penelitian eksperimen ekonomi dan eksperimen psikologi menunjukkan komunikasi dan pembingkaihan merupakan variabel yang paling berpengaruh dalam meningkatkan probabilitas pemain memilih strategi kerja sama (*cooperate*) pada PDG.

Kebijakan pengendalian daya rusak air tanah diatur dalam Peraturan Daerah Nomor 2 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Air Tanah (selanjutnya disebut Perda 2/2013). Pasal 39 dan pasal 53 secara eksplisit menunjukkan untuk mengendalikan daya rusak air tanah digunakan dua instrumen, yakni pembuatan sumur imbuhan dan pajak air tanah. Kedua instrumen kebijakan diatas sepertinya belum melibatkan partisipasi aktif pengguna air tanah, baik sebagai individu ataupun secara kelompok. Selain itu kebijakan tersebut semata-mata didasarkan pada karakteristik fisik air tanah, belum didasarkan pada karakteristik sosial ekonomi air tanah sebagai CPRs dan *open access*. Kebijakan yang dibangun dari kesadaran pengguna air tanah yang muncul dari adanya komunikasi sesama pengguna dan perlunya pembingkaihan tentang deplesi air tanah tampaknya belum diimplementasikan.

Masalah, Tujuan, dan Manfaat Penelitian. PDG menunjukkan pengelolaan CPRs yang efektif dapat dianalogikan dengan meningkatnya jumlah pemain yang memilih strategi kerja sama. Upaya-upaya mempromosikan strategi kerja sama merupakan analogi tindakan-tindakan empirik mencegah timbul dan meningkatnya daya rusak air tanah. Pengaruh faktor-faktor (*independent variables*) terhadap tingkat kerja sama (*dependent variable*) pada PDG dapat diukur dengan metode eksperimen ekonomi. Kajian pustaka menunjukkan manipulasi struktur imbalan, pembingkaihan, dan komunikasi merupakan faktor-faktor yang secara teoretik dan empirik mempengaruhi tingkat kerja sama.

Pada tataran kebijakan, manipulasi struktur imbalan adalah pengenaan denda pembayaran pajak air tanah kepada pengguna yang mengambil air tanah melebihi ketentuan yang diatur oleh peraturan daerah atau peraturan perundangan yang diatasnya. Pembingkaihan adalah penyampaian narasi atau pembentukan opini kepada pengguna air tanah tentang munculnya daya rusak air tanah jika terjadi deplesi air tanah terus menerus. Komunikasi adalah penyampaian pesan untuk kerja sama atau tidak kerja sama diantara sesama pengguna air tanah. Pada konteks eksternal komunikasi adalah keterbukaan informasi atau transparansi tentang rencana penggunaan air tanah.

Sehubungan dengan hal tersebut masalah penelitian dirumuskan sebagai berikut: (1) Apakah struktur imbalan, pembingkaihan, dan komunikasi efektif mencegah meningkatnya daya rusak air tanah di Kota Semarang?; (2) Apakah interaksi struktur imbalan, pembingkaihan, dan komunikasi efektif mencegah

meningkatnya daya rusak air tanah di Kota Semarang?; dan (3) Apakah kebijakan pengelolaan air tanah di Kota Semarang sudah didasarkan pada karakteristik CPRs dan rezim pemanfaatan sumber daya *open access*?

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut: (1) mengevaluasi pengaruh faktor perubahan matriks imbalan terhadap tingkat kerja sama pada PDG; (2) mengevaluasi pengaruh faktor pembungkahan terhadap tingkat kerja sama pada PDG; (3) mengevaluasi pengaruh faktor komunikasi terhadap tingkat kerja sama pada PDG; (4) mengevaluasi pengaruh interaksi faktor denda, faktor pembungkahan, dan faktor komunikasi terhadap tingkat kerja sama pada PDG; (5) menganalisis relevansi kebijakan pemerintah di Kota Semarang dengan karakteristik air tanah sebagai CPRs dan sumber daya *open access*; dan (6) mengusulkan acuan formulasi kebijakan pengelolaan air tanah di Kota Semarang.

Manfaat penelitian adalah dihasilkannya model ekonomi yang mampu menjelaskan dan memprediksi perubahan perilaku pengguna air tanah jika pemerintah daerah menggunakan instrumen denda, narasi deplesi, dan transparansi pengambilan air tanah. Penelitian ini penting karena: (1) menggunakan kerangka pendekatan baru (perubahan matriks struktur imbalan, pembungkahan, komunikasi, dan interaksi tiga pendekatan tersebut) untuk memformulasikan kebijakan pengelolaan air tanah; (2) mengkonfirmasi faktor-faktor yang signifikan mentransformasi total imbalan minimum pada saat keseimbangan Nash (kesimpulan teoretik PDG semua pemain memilih strategi tidak kerja sama) menjadi total imbalan maksimum (Pareto optimal pada saat semua pemain memilih strategi kerja sama).

Hipotesis Penelitian. Berdasarkan kajian teori dan hasil penelitian sebelumnya, hipotesis penelitian disusun sebagai berikut.

1. Hipotesis penelitian pertama. Penerapan denda meningkatkan keberhasilan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah.
2. Hipotesis penelitian kedua. Narasi deplesi meningkatkan keberhasilan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah.
3. Hipotesis penelitian ketiga. Transparansi pengambilan air tanah diantara sesama pengguna air tanah meningkatkan keberhasilan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah.
4. Hipotesis penelitian keempat. Interaksi denda, narasi deplesi, dan transparansi meningkatkan keberhasilan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah.

Metode Penelitian. Pengumpulan data menggunakan metode eksperimen ekonomi dengan PDG. Subjek eksperimen adalah mahasiswa program sarjana Universitas Diponegoro. Desain eksperimen yang digunakan rancangan faktorial 2^3 . Faktor perlakuan adalah perubahan struktur imbalan, pembungkahan, dan komunikasi.

Variabel respon tingkat kerja sama. Setiap subjek mendapatkan dua perlakuan, yaitu pada eksperimen pertama dan eksperimen kedua. Tugas subjek pada setiap eksperimen adalah memilih strategi kerja sama (C) atau tidak kerja sama (D). Teknik analisis data hasil eksperimen adalah regresi logistik multinomial, uji McNemar, dan uji Fisher. Untuk mengetahui apakah air tanah sudah dikelola sesuai karakteristik CPRs dan *open access* dilakukan dengan membandingkan tarif PDAM Tirta Moedal Kota Semarang dengan besaran pajak air tanah yang dipungut oleh Badan Pendapatan Daerah Kota Semarang.

Hasil dan Pembahasan. Subjek 49 orang. Total pilihan strategi pada eksperimen pertama dan kedua adalah C sebesar 51,04 persen dan D sebesar 48,96 persen. Subjek yang tidak mengubah pilihannya sebanyak 53,06 persen, sedangkan yang mengubah pilihan dari D ke C sebanyak 16,33 persen dan dari C ke D sebanyak 30,61 persen.

Faktor perubahan struktur imbalan (x_1) tidak signifikan mempengaruhi variabel respon tingkat kerja sama. Hasil ini tidak mengkonfirmasi hasil kajian sebelumnya. Secara teoretik faktor imbalan diharapkan mengakibatkan perubahan pilihan subjek dari D pada eksperimen pertama dan menjadi C pada eksperimen kedua. Pola pikir ini didasarkan asumsi maksimalisasi utilitas standar. Ostrom (1990) menunjukkan denda mengakibatkan perubahan struktur imbalan pada matriks permainan, sehingga keseimbangan Nash sebelum denda terjadi pada DD dan setelah denda terjadi pada CC. Konsekuensi dari perubahan tersebut adalah matriks imbalan yang kedua tidak lagi memenuhi kriteria PDG. Berbeda dengan Ostrom, pada eksperimen ini keseimbangan Nash pada dua matriks imbalan didisain terjadi pada strategi DD. Konsep denda pada eksperimen ini adalah selisih imbalan yang lebih kecil antara pilihan berperilaku *selfless* dan *selfish*. Perbedaan matriks imbalan ini sepertinya menjelaskan mengapa hasil eksperimen tidak mengkonfirmasi Ostrom.

Subjek menyampaikan alasan memilih D pada eksperimen kedua. Semua alasan yang dikemukakan memiliki kemiripan, yakni subjek ingin memaksimalkan imbalan, meskipun cara mencapainya berbeda. Paling tidak ada dua pola pikir cara memaksimalkan imbalan berdasarkan alasan yang dikemukakan, yakni memaksimalkan imbalan dengan mengambil risiko dan memaksimalkan imbalan berdasarkan hasil interaksi sebelumnya. Pada dasarnya hasil eksperimen menunjukkan subjek tetap berusaha memaksimalkan utilitas, tetapi pada *game theory* situasinya berbeda. Pada ilustrasi maksimalisasi utilitas menggunakan fungsi tujuan dan fungsi kendala, situasi pengambilan keputusan sifatnya deterministik. Luaran ditentukan kapasitas agen ekonomi itu sendiri. Sebaliknya luaran pada *game theory* sifatnya probabilistik. Luaran (imbalan atau *payoff*) pada *game theory* ditentukan oleh pilihan pemain dan pasangan bermain. Pada situasi seperti ini wajar

jika pemain tidak mendasarkan pilihannya pada logika *best response* yang biasa dijelaskan dan berakhir pada Nash equilibrium. Dengan demikian hasil eksperimen yang menyimpang dari aritmetika *best response* bukan menunjukkan subjek tidak rasional. Pilihan keputusan dengan risiko dan didasarkan hasil interaksi sebelumnya menggambarkan rasionalitas agen ekonomi pada situasi pengambilan keputusan probabilistik.

Kesimpulan yang bisa didapatkan dari uraian diatas adalah model ekonomi yang dibangun menunjukkan belum cukup bukti untuk menerima hipotesis penelitian yang pertama, yakni penerapan denda meningkatkan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah. Pada tataran implementasi dapat dinyatakan belum cukup bukti untuk menunjukkan denda akan mengurangi pemakaian air tanah. Paling tidak dapat dikemukakan dua alasan untuk kesimpulan tersebut, yakni: (1) tidak ada alternatif selain pengambilan air tanah karena keterbatasan jangkauan layanan PDAM Kota Semarang; dan (2) harga pemakaian air tanah atau dalam peraturan perundangan disebut pajak air tanah masih relatif murah. Implementasi kebijakan penerapan denda pada penggunaan dan pemanfaatan air tanah dapat diupayakan jika harga air tanah dinaikkan. Dalam prakteknya, sejauh ini belum diberlakukan denda berkaitan dengan kelebihan jumlah pengambilan air tanah, yang telah ada adalah denda keterlambatan pembayaran pajak air tanah. Denda penggunaan air tanah bisa diterapkan jika biaya kelangkaan air tanah sudah diinternalisasi pada penetapan HAB (Harga Air Baku) untuk air tanah.

Faktor pembiasaan (x_2) signifikan mempengaruhi variabel respon tingkat kerja sama. Dengan demikian dapat disimpulkan cukup bukti untuk menerima hipotesis penelitian yang kedua, yakni narasi deplesi meningkatkan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah. Narasi eksperimen ini secara implisit menunjukkan pembiasaan positif, ditunjukkan oleh pernyataan bahwa kerja sama adalah perilaku mendahulukan kepentingan bersama. Pengaruh narasi deplesi tampak antara lain pada alasan yang dikemukakan subjek yang memilih kerja sama pada eksperimen pertama, Alasan-alasan yang dikemukakan menunjukkan perilaku prososial berkorelasi dengan kemungkinan memilih keputusan kerja sama. Implementasi hasil eksperimen ini adalah diperlukannya kebijakan membangun *framing* untuk menimbulkan atau meningkatkan sifat prososial bagi pengguna air tanah. Keberhasilan upaya *framing* diukur dari perubahan perilaku *selfish* menjadi *selfless*. Hal ini tidak mudah dilakukan karena harus mengubah kawasan kognitif dan afektif. Untuk meningkatkan penetrasi konsep pembiasaan dapat dilakukan menggunakan beragam media, seperti film dokumenter, video sosialisasi dan kampanye, media sosial, atau aplikasi permainan interaktif. Hasil wawancara dengan instansi yang memiliki kewenangan pengelolaan air tanah (Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah dan Dinas Pendapatan Daerah Kota Semarang) program pembiasaan ini belum dilakukan.

Faktor komunikasi (x_3) signifikan mempengaruhi tingkat kerja sama tetapi dengan tanda yang berbeda arah. Hasil penelitian ini menolak hipotesis penelitian ketiga. Rangkuman alasan subjek – tidak terbangunnya kepercayaan (*trust*) diantara mereka – menjelaskan mengapa hasilnya inkonklusif. Sebagian besar subjek tidak saling mengenal karena mereka berasal dari program studi dan tahun masuk yang berbeda. Subjek juga tidak diperkenalkan satu sama lain. Pada situasi eksperimen dimana semua subjek berpendapat bahwa pasangan bermain berupaya mendapatkan perolehan imbalan yang terbesar tentu sulit mempercayai pesan pasangan bermain. Liebrand *et al.* (1986) secara eksplisit menyatakan tiga model *social dilemma game* adalah PDG, *chicken game*, dan *trust game* (TG). Pengelompokan PDG dan TG dalam kategori yang sama menunjukkan *trust* sebagai *underlying factor* yang menentukan efektivitas pengaruh komunikasi terhadap peningkatan kerja sama.

Sehubungan dengan hasil dan pembahasan diatas, program transparansi harus didahului pembangunan kepercayaan, baik diantara sesama pemakai air tanah ataupun dengan pihak yang berwenang pada pengelolaan air tanah. Hal-hal yang menghambat tidak terbangunnya saling percaya adalah ketidakjujuran pemakai dalam melaporkan jumlah sumur yang dimiliki, ketidakakuratan atau ketidakjujuran pencatat meter air tanah. Data pemakaian air tanah yang ditunjukkan oleh STPD (Surat Tagihan Pajak Daerah) memiliki potensi munculnya sikap saling tidak percaya diantara sesama pengguna air tanah. Hal ini mengingat jumlah tagihan pajak air tanah dari tahun 2011 sampai tahun 2018 yang relatif kecil, sehingga jika setiap subjek mengetahui realisasi STPD maka mereka tidak akan *trust* pada pesan komunikasi yang disampaikan oleh sesama pengguna.

Implementasi dari fakta tersebut adalah perlu dilakukannya inventarisasi yang jujur tentang jumlah sumur yang termasuk kategori objek pajak dan pencatatan meter pengambilan air tanah. Pada situasi subjek yang *distrust* harus dibangun saling percaya terlebih dahulu sebelum akhirnya pesan komunikasi bisa diterima. Pada tataran implementasi hal tersebut dapat dilakukan dengan melakukan inventarisasi yang jujur tentang jumlah sumur yang termasuk kategori objek pajak dan pencatatan meter pemakaian dan/atau pemanfaatan air tanah. Implikasi dari hasil penelitian diatas, program komunikasi harus didahului pembangunan kepercayaan, baik diantara sesama pemakai air tanah ataupun dengan pihak yang berwenang pada pengelolaan air tanah.

Hal-hal yang menghambat tidak terbangunnya saling percaya adalah ketidakjujuran pemakai dalam melaporkan jumlah sumur yang dimiliki, dan ketidakakuratan atau ketidakjujuran pencatat meter air tanah. Penelitian ini menunjukkan kemungkinan terjadinya efek yang sebaliknya jika pengguna tidak mempercayai pesan dari pengelola atau pengguna lainnya. Pengguna harus

diyakini bahwa karakteristik *rivalry* air tanah bisa dikelola untuk meminimalkan kemungkinan munculnya daya rusak air tanah.

Interaksi faktor yang signifikan tetapi dengan tanda yang berbeda adalah interaksi faktor pembungkai dan faktor komunikasi (x_2 , x_3) dan interaksi semua faktor (x_1 , x_2 , x_3). Hal ini menunjukkan pengaruh faktor komunikasi lebih kuat pengaruhnya dibandingkan pengaruh faktor pembungkai. Hasil penelitian ini menolak hipotesis penelitian keempat.

Sejauh ini, penyusunan kebijakan pemanfaatan air tanah tidak didasarkan pada karakteristik air tanah sebagai CPRs dan *open access*. Kesalahan berfikir ini akan menghasilkan kebijakan penetapan harga dengan pendekatan statik, yakni $MB = MC$. Konsekuensinya biaya perolehan air tanah sama dengan biaya ekstraksi air tanah. Implikasi lain dari pendekatan statik adalah pajak air tanah masih dominan menjadi instrumen sumber pembiayaan APBD dan belum diposisikan sebagai instrumen pembatasan pengambilan air tanah. Perubahan pengetahuan pembuat kebijakan tentang karakteristik air tanah akan menghasilkan pendekatan dinamik pada penetapan harga perolehan air tanah. Pendekatan dinamik menghasilkan persamaan $MB = MC + \Phi$, yaitu biaya perolehan air tanah sama dengan biaya ekstraksi ditambah *shadow price* atau *scarcity rent*. *Scarcity rent* digunakan untuk menginternalisasi biaya kelangkaan sumber daya air tanah. Pada saat *scarcity rent* diimplementasikan pada tagihan pajak air tanah, fungsi pajak berubah menjadi instrumen pembatasan pengambilan dan pemanfaatan air tanah.

Formulasi kebijakan didasarkan hasil eksperimen dan evaluasi tentang penempatan air tanah sebagai sumber daya CPRs dan *open access*. Penelitian ini mengusulkan acuan dasar untuk formulasi kebijakan, yaitu:

- (1) Pengelolaan air tanah dari sisi permintaan. Formulasi kebijakan yang didasarkan acuan ini antara lain penetrasi *framing* deplesi air tanah, komunikasi dalam bentuk keterbukaan informasi pengambilan dan/atau pemanfaatan air tanah. Sampai saat ini kebijakan pengendalian daya rusak air tanah masih didasarkan dari sisi penawaran (*supply*), misalnya pembuatan sumur imbuhan seperti dinyatakan dalam Peraturan Daerah Nomor 2 Tahun 2013. Air tanah adalah sumber daya yang dapat pulih (*renewable resources*) terbarukan tetapi terus menerus mengalami deplesi. Pada situasi laju pengimbuhan lebih kecil dibandingkan laju ekstraksi (pengambilan dan/atau pemanfaatan) secara *de facto* air tanah adalah sumber daya tidak dapat pulih (*nonrenewable resources*). Dengan demikian fungsi penawaran air tanah bisa diasumsikan inelastis sempurna, sehingga kebijakan dari sisi penawaran relatif tidak sensitif untuk mengendalikan daya rusak air tanah. Pergeseran (*shifting*) kurva penawaran ke sebelah kanan hanya dimungkinkan jika konsumen menaikkan tingkat konsumsi air permukaan. Tingkat konsumsi air permukaan naik jika harga air

tanah naik. Perubahan harga tidak sensitif pada penawaran air tanah, sebaliknya sensitif pada kurva permintaan.

- (2) Pengelolaan air tanah berdasarkan karakteristik CPRs dan *open access*. Formulasi kebijakan yang didasarkan acuan ini adalah penetapan harga air tanah dengan menginternalisasi biaya kelangkaan. Asumsi dasar ilmu ekonomi pada keputusan alokasi adalah kelangkaan sumber daya. Untuk kepentingan konservasi menjadi relevan jika untuk dua barang yang sifatnya substitusi, barang yang tingkat kelangkaannya lebih tinggi diberikan harga yang lebih tinggi. Dengan demikian berdasarkan karakteristik CPRs dan *open access* harga air tanah seharusnya lebih tinggi dari air permukaan. Pemerintah Kota Semarang telah melakukan kebijakan kenaikan HDA air tanah berdasarkan Peraturan Walikota Semarang Nomor 103 Tahun 2018. Lampiran peraturan tersebut menunjukkan kenaikan HDA yang berarti, misalnya HDA untuk peruntukan industri besar dengan volume 2.5002 – 5.000 meter kubik naik dari Rp. 4.250,- per meter kubik menjadi Rp. 13.200,- per meter kubik. Kebijakan ini sudah sesuai dengan pendekatan karakteristik CPRs dan *open access*, tetapi kemungkinan tetap tidak bisa membuat harga air tanah lebih tinggi dibandingkan air PDAM. Hal ini merupakan masalah struktural karena di Kota Semarang salah satu sumber air baku PDAM Tirta Moedal adalah air tanah. PDAM ini tidak termasuk wajib pajak yang terkena kenaikan HDA, Selain itu juga tidak terkena sistem tarif progresif. Jika tidak ada perubahan – tidak termasuk dalam lampiran – maka HDA yang ditetapkan bagi PDAM Tirta Moedal adalah Rp. 400 per meter kubik.

Kesimpulan. Pada tingkat signifikansi 5% hasil analisis regresi logistik multinomial menunjukkan faktor pembungkahan memiliki pengaruh positif signifikan terhadap tingkat kerja sama; sedangkan faktor komunikasi inkonklusif. Analisis statistika nonparametrik mengkonfirmasi hasil analisis regresi multinomial. Interaksi faktor pembungkahan dan faktor komunikasi inkonklusif.

Dengan demikian hasil eksperimen ekonomi menunjukkan:

- (a) Tidak terdapat cukup bukti untuk menyatakan pengenaan denda pada pemakaian air tanah melebihi jumlah yang ditentukan akan meningkatkan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah.
- (b) Terdapat cukup bukti untuk menyatakan narasi deplesi tentang pengambilan dan/atau pemanfaatan air tanah meningkatkan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah.
- (c) Tidak cukup bukti untuk menyatakan transparansi pengambilan air tanah diantara sesama pengguna air tanah meningkatkan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah.

- (d) Tidak cukup bukti untuk menyatakan interaksi denda, narasi deplesi, dan transparansi meningkatkan upaya pencegahan timbulnya daya rusak air tanah. Perbandingan harga air tanah dengan air permukaan di Kota Semarang menunjukkan harga perolehan air tanah lebih murah dibandingkan harga perolehan air permukaan yang disediakan oleh PDAM. Fakta empirik ini menunjukkan penetapan harga perolehan air tanah belum didasarkan pendekatan analisis dinamik, hal ini berarti sumber daya air tanah tidak diposisikan sebagai CPRs dan *open access*.

Implikasi. Implikasi kebijakan yang bisa diusulkan berkenaan dengan hasil penelitian adalah:

- (a) Sejauh ini kebijakan untuk pengendalian daya rusak air tanah fokus pada sisi penawaran. Penelitian ini menunjukkan kebijakan yang didasarkan sisi permintaan terap, bahkan tampaknya lebih sensitif. Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini merekomendasikan formulasi kebijakan yang bertitik tolak dari sisi subjek pajak dan wajib pajak.
- (b) Sejauh ini pada penyusunan kebijakan pengambilan dan/atau pemanfaatan air tanah tidak didasarkan pada karakteristik air tanah sebagai CPRs dan *open access*. Kesalahan berfikir ini akan menghasilkan kebijakan penetapan harga dengan pendekatan statik, yakni $MB = MC$, atau biaya perolehan air tanah sama dengan biaya ekstraksi air tanah. Implikasi lain dari pendekatan statik adalah pajak air tanah masih dominan menjadi instrumen sumber pembiayaan APBD dan belum diposisikan sebagai instrumen pembatasan atau konservasi air tanah. Perubahan pengetahuan pembuat kebijakan tentang karakteristik air tanah akan menghasilkan penggunaan pendekatan dinamik pada penetapan harga perolehan air tanah. Pendekatan dinamik menghasilkan persamaan $MB = MC + \Phi$, yaitu biaya perolehan air tanah sama dengan biaya ekstraksi ditambah *scarcity rent* yaitu *shadow price* untuk menginternalisasi biaya kelangkaan sumber daya air tanah. Pada saat *scarcity rents* diimplementasikan melalui instrumen tagihan pajak air tanah, fungsi pajak berubah menjadi instrumen pembatasan pengambilan dan/atau pemanfaatan air tanah. Sehubungan dengan hal tersebut penelitian ini mengusulkan dilakukannya upaya-upaya mengubah cara pandang pembuat kebijakan tentang karakteristik air tanah sebagai CPRs dan *open access*. Upaya-upaya tersebut dapat dilakukan antara lain melalui lokakarya, seminar, atau bentuk-bentuk diseminasi informasi lainnya.
- (c) Eksperimen ekonomi menunjukkan program narasi deplesi efektif meningkatkan upaya-upaya mencegah timbulnya daya rusak air tanah. Sehubungan dengan hal tersebut penelitian ini mengusulkan instansi pengelola air tanah untuk membuat produk narasi deplesi tentang dampak negatif

pengambilan dan/atau pemanfaatan air tanah. Produk bisa berupa video atau teks yang dipublikasikan melalui media sosial, media elektronik, dan media cetak.

