

# DIAGNOSIS KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)

## *Performance Diagnosis of Septage Treatment Plant*

Reni Nuraeni dan Fitriyani Anggraini

Pusat Litbang Permukiman, Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum  
Jl. Panyaungan, Cileunyi Wetan, Kabupaten Bandung 40393  
Pos-el: reninur24@gmail.com, fitrijanial@yahoo.com

### **Abstract**

*The sanitation program which has targetted that everybody has access to sanitation infrastructure has not fulfilled yet, and only 65% of 146 units of septage treatment plant operated well. These conditions need to be improved and the first thing to do is analysing existing condition and composing scientific information as a reference for implementation. The aim of this research is to map the condition and management status of septage treatment plant system in 8 selected cities. This research use assestment of the content of septage treatment technologies using technology atlas approach, which consists of elements technoware, humanware, infoware and orgaware. The mapping carried out on two types of septage treatment plant, that uses Imhoff tank and Anaerobic Baffle Reactor (ABR). Mapping was also conducted on the status of rehabilitation and operational conditions for each septage treatment plant. The results of this study shows that the sophistication level of septage treatment technology is a medium category with coefficient contribution is 50%. Operational conditions of septage treatment plant is almost optimum with the ability of septage processing is 54%. A recommendation to increase the performance of septage treatment plant are: improving septage supply, improving the maintenance quality of processing units, improving SOP quality, sharpening tasks and responsibilities as well as improving human resource competencies.*

**Keywords :** Sanitation, Septage treatment plant, Anaerobic baffle reactor, Imhoff tank, Technology atlas

### **Abstrak**

Akses penduduk terhadap prasarana sanitasi masih belum mencapai target yang ditetapkan. Disisi lain, kondisi operasional 146 unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang telah dibangun di Indonesia, baru mencapai 65%. Untuk memperbaiki kedua kondisi tersebut, diperlukan informasi ilmiah sebagai acuan pelaksanaannya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi dan status pengelolaan sistem IPLT di 8 kota. Penelitian evaluasi ini menilai kandungan teknologi IPLT dengan menggunakan atlas teknologi, yang terdiri dari unsur-unsur *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware*. Pemetaan dilakukan terhadap dua jenis IPLT, yaitu IPLT yang menggunakan tangki Imhof dan *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR). Pemetaan juga dilakukan terhadap status rehabilitasi dan kondisi operasional IPLT di kota kota tersebut. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa tingkat sofistikasi teknologi di 8 kota dapat dikategorikan sebagai kondisi dengan koefisien kontribusi sebesar 50%. Kondisi operasional IPLT termasuk kategori cukup optimum dengan tingkat kemampuan mengolah limbah tinja sebesar 54%. Urutan prioritas peningkatan kinerja adalah perbaikan pola pasokan limbah tinja, peningkatan kualitas pemeliharaan unit bangunan pengolahan, peningkatan kualitas SOP, penajaman tugas dan tanggungjawab serta peningkatan kompetensi SDM.

**Kata Kunci:** Sanitasi, IPLT, *Anaerobic baffle reactor*, Tangki imhof, Atlas teknologi

## PENDAHULUAN

IPLT adalah salah satu elemen penting dari sistem penyediaan sarana dan prasarana air limbah terdesentralisasi (*desentralized system*). IPLT berfungsi mengolah lumpur tinja dari kawasan perumahan dan permukiman, sehingga erat kaitannya dengan penduduk yang dilayani. Oleh karena itu, penduduk yang selalu meningkat, menjadi faktor penyebab meningkatnya bangkitan volume lumpur tinja. Peningkatan volume lumpur tinja tersebut seharusnya diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana sanitasi.

Dalam mengelola IPLT diperlukan instrumen (*tools*) untuk memeriksa kondisi lumpur tinja sebelum diolah di bak pengolahan selanjutnya. Teknik-teknik pemeliharaan dan pengoperasian perlu dikembangkan dan ditetapkan serta dibutuhkan pegawai yang terampil, memiliki pengetahuan yang cukup tentang fungsi IPLT maupun proses-proses yang berlangsung di dalamnya. Selain itu, diperlukan juga struktur organisasi dengan pembagian tanggung jawab dan wewenang yang jelas. Dengan demikian, teknologi IPLT terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang saling bersinergi untuk mencapai tujuan menghasilkan kualitas olahan (*effluent*) yang memenuhi syarat dan aman bagi lingkungan penerimanya.

Pengoperasian IPLT menghadapi beberapa permasalahan, hal ini diindikasikan dengan hasil temuan Direktorat PPLP Dirjen Cipta Karya bahwa dari 146 unit IPLT yang sudah terbangun, tingkat pengoperasiannya baru mencapai 65%. Permasalahan tersebut tentunya harus diselesaikan dengan pendekatan yang komprehensif dengan memperhatikan unsur fisik dan nonfisik. Unsur fisik terkait dengan pasokan lumpur tinja yang masuk ke IPLT dan unit-unit bangunan pengolahan. Unsur nonfisik berhubungan dengan manajemen IPLT, pengetahuan masyarakat mengenai hak dan kewajiban membayar retribusi pelayanan air limbah serta bisnis penyedotan lumpur tinja.

Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk melakukan diagnosis terhadap

semua permasalahan IPLT. Diagnosis ini merupakan awal dari proses penyelesaian masalah IPLT secara sistematis. Peta diagnosis dilakukan dengan menerapkan metode atlas teknologi terhadap semua komponen teknologi yang meliputi unsur-unsur *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware*. Dengan mengetahui faktor-faktor penyebab yang memengaruhi kinerja IPLT, perbaikan kinerja dapat dilakukan secara sistematis dan terjadwal sesuai dengan kondisi sumber daya yang telah dialokasikan dan atau yang perlu dialokasikan untuk percepatan perbaikan kinerja.

Metode atlas teknologi yang dikenal sebagai metode audit teknologi atau metode teknometrik, unsur-unsurnya meliputi unsur *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware* (THIO). Metode tersebut dipublikasikan oleh *United Nation Economic and Social Commission for Asia dan Pasific (UNESCAP)* pada tahun 1988.<sup>1</sup> Di dalam metode ini dihitung kontribusi teknologi untuk setiap unsur THIO dan koefisien kontribusi teknologi.

Penerapan metode atlas teknologi atau audit teknologi sudah banyak dilakukan di berbagai sektor seperti sektor industri konstruksi,<sup>2</sup> sektor gas,<sup>3</sup> sektor pendidikan dan ilmu pengetahuan,<sup>4,5</sup> sektor usaha kecil dan menengah,<sup>6</sup> sistem mutu lembaga,<sup>7</sup> penilaian kota pintar,<sup>8,9</sup> taman teknologi untuk kesehatan kota,<sup>10</sup> industri manufaktur,<sup>11</sup> dan instalasi pengolahan limbah minyak kelapa sawit.<sup>12</sup>

Selain untuk tujuan pemetaan terhadap sofistikasi dan kontribusi komponen teknologi pada kinerja, metode atlas teknologi diaplikasikan pula untuk perencanaan strategis.<sup>13,14</sup>

Berbagai metode untuk mengukur tingkat (*level*) maupun kandungan teknologi telah dibahas dan setiap metode memiliki kekuatan dan kelemahan. Metode-metode tersebut antara lain, yaitu: (i) metode evaluasi ekonomi terhadap posisi teknologi; (ii) metode analisis strategi; (iii) metode kriteria majemuk; (iv) metode kriteria teknologi; (v) metode kesesuaian teknologi; (vi) model Porter's; (vii) metode atlas teknologi.<sup>15</sup>

Pada penelitian ini, diagnosis terhadap kinerja IPLT dilakukan dengan metode atlas teknologi karena metode ini menganalisis kontribusi seluruh komponen teknologi (THIO) terhadap kinerja sistem. Namun, menggunakan metode yang berbeda untuk perhitungan tingkat sofistikasi dan kontribusi teknologi. Pemetaan juga dilakukan terhadap seluruh komponen IPLT dari hulu sampai hilir untuk menilai kondisi operasional dan diakhiri dengan rumusan upaya strategis untuk perbaikan kinerja yang perlu dilakukan.

## METODOLOGI

Penelitian yang dilaksanakan tahun 2014 ini, dilakukan di delapan lokasi yang dipilih berdasarkan status rehabilitasi dan kondisi operasional sistem IPLT. Status rehabilitasi IPLT menjelaskan kondisi sebelum, sedang, dan telah dilakukan rehabilitasi. Kondisi operasional menjelaskan tingkatan operasional sistem IPLT yaitu telah beroperasi secara optimum dan belum beroperasi secara optimum. Selain itu, pemilihan kota studi kasus dilakukan pula berdasarkan tipe sistem IPLT yang dibangun yaitu IPLT yang menggunakan tangki imhof (*imhoff tank*) dan IPLT yang menggunakan reaktor anaerobik bersekat (*Anaerobic Baffle Reactor*). Dengan demikian, struktur penelitian dirancang sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Kontribusi teknologi (THIO), kondisi dan posisi operasional dan faktor-faktor yang dapat memengaruhi kinerja teknologi menjadi

objek penelitian ini. Kontribusi teknologi merupakan penjumlahan dari hasil perkalian bobot  $\times$  skor untuk setiap unsur THIO. Pada perhitungan kontribusi teknologi ditetapkan nilai kecanggihan teknologi dengan skor 1 (kurang canggih) sampai 10 (canggih). Setelah dinilai, ditetapkan batas atas dan batas bawah skor kecanggihan teknologinya. Skor Kecanggihan Teknologi (SKT) dihitung dengan rumus  $SKT = 1/10$  (Jumlah skor/jumlah parameter). Kontribusi Teknologi (KT) masing masing unsur THIO dihitung dengan rumus  $KT = 1/9$  (BB+ Skor (BA-BB) dimana BB =batas bawah dan BA= batas atas.<sup>1</sup>

Koefisien kontribusi merupakan hasil perkalian unsur-unsur THIO setelah masing masing dipangkatkan dengan bobot kepentingan relatifnya ( $Koef\ KT = T^{bt} \times H^{bh} \times I^{bi} \times O^{bo}$ ).<sup>1</sup>

Perangkat-perangkat teknologi yaitu *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware* (THIO) digunakan acuan untuk menilai objek penelitian tersebut. IPLT yang digunakan untuk pembandingan dipilih berdasarkan status tidak ada rehabilitasi dan dinyatakan beroperasi optimal. Sebanyak tiga Model-Analisis dikembangkan untuk acuan penilaian kesesuaian dan posisi teknologi. Model A menggunakan tiga IPLT yang berstatus tidak ada rehabilitasi dan dinilai beroperasi optimal. Model B menggunakan seluruh IPLT dan Model C adalah *baseline* atau target berdasarkan hasil penilaian pakar terhadap kondisi IPLT di Indonesia.

**Tabel 1.** Rancangan Struktur Penelitian Audit IPLT

| Uraian                                                                                           | Tegal  | Palu  | Mojokerto | Banda Aceh | Tangerang | Klungkung | Buleleng | Kulon Progo |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|-------------|
| Status Rehab                                                                                     | TAR    | ARS   | TAR       | TAR        | TAR       | ARS       | ARS      | ARBS        |
| Kondisi Optimal                                                                                  | T-Opt  | ?     | Opt       | Opt        | Opt       | ?         | ?        | ?           |
| Tipe IPLT                                                                                        | Imhoft | Imhot | ABR       | ABR        | Imhoft    | Im+CW     | Im+CW    | Imhof       |
|                                                                                                  | THIO?  | THIO? | THIO?     | THIO?      | THIO      | THIO?     | THIO?    | THIO?       |
| Pertanyaan Riset                                                                                 | Opt?   | Opt?  | Opt?      | Opt?       | Opt?      | Opt?      | Opt?     | Opt?        |
| Unsur apa saja yang memerlukan Perbaikan?                                                        |        |       |           |            |           |           |          |             |
| Keterangan: TAR (Tdk Ada Rehab); ARS (Ada Rehab dan Selesai); ARBS (Ada Rehab dan Belum Selesai) |        |       |           |            |           |           |          |             |

Penelitian diawali dengan memilih kota studi yang dilanjutkan dengan pengumpulan data sekunder dan data primer di kota studi terpilih. Data dikumpulkan melalui kunjungan lapangan, observasi dan wawancara dengan para pengelola IPLT. Dimensi IPLT diukur secara fisik, diamati kondisi lingkungan operasionalnya dan diambil contoh air limbahnya (baku dan hasil olahan) untuk diperiksa di laboratorium. Berdasarkan data yang terkumpul, dikembangkan instrumen pengukur teknologi yang meliputi variabel, indikator dan parameter yang dilakukan dengan metode Delphi. Analisis dilakukan secara kuantitatif ataupun kualitatif yang dikuantifikasi. Standar dan pedoman dipelajari untuk memilih dan menetapkan acuan kuantitatif yang relevan untuk acuan penilaian. Penilaian dilakukan dengan sistem bobot, sistem nilai atau rating dan sistem skoring. Bobot variabel, indikator dan parameter ditetapkan dengan metode Delphi. Pemberian skala angka (rating) untuk setiap parameter yang dinilai menggunakan ukuran terkecil = 1 dan terbesar = 3 atau 4. Perhitungan skor THIO dihitung dengan mengalikan bobot dengan angka (rating). Skor setiap unsur THIO dan Skor totalnya dibandingkan terhadap Skor THIO masing-masing kota studi dan skor THIO tiga model yang dibangun. Adanya gap

(selisih) pada setiap unsur THIO dianalisis dengan metode *euclidean distance*, dipelajari penyebabnya dari besaran skor parameter pada setiap indikator.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Variabel, Indikator dan Parameter THIO

Penyaringan dan pemilihan indikator maupun parameter untuk setiap unsur teknologi (THIO) yang dilakukan dengan menggunakan metode Delphi menghasilkan 12 indikator dan 42 parameter (lihat Tabel 2).

Berdasarkan penetapan bobot variabel, indikator dan parameter tersebut pada Tabel 2, tingkat penting (*degree of signficancy*) variabel *technoware* menempati urutan pertama, kemudian diikuti variabel *humanware*, *orgaware* dan terakhir adalah *infoware*. Indikator kualitas hasil olahan (*technoware*), kompetensi SDM (*humanware*) dan kriteria perencanaan (*technoware*) berada pada posisi tiga besar dengan tingkat kepentingan masing masing 2,3 kali, 1,6 kali dan 1,5 kali bobot indikator kinerja pengelolaan teknologi. Hal tersebut mencerminkan bahwa ketiga indikator tersebut dinilai dapat menjadi faktor pengungkit kinerja sistem IPLT.

**Tabel 2.** Variabel, Indikator Dan Bobot Parameter Penilaian THIO

| No | Variabel              | Bobot | Indikator             | Bobot Indikator | Jumlah Parameter |
|----|-----------------------|-------|-----------------------|-----------------|------------------|
| 1  | <i>Technoware</i> (T) | 0,384 | Kualitas Olahan       | 0,192           | 5                |
|    |                       |       | Kriteria Perencanaan  | 0,128           | 5                |
|    |                       |       | Fungsi Instalasi      | 0,064           | 3                |
| 2  | <i>Humanware</i> (H)  | 0,250 | Kecukupan jumlah SDM  | 0,117           | 7                |
|    |                       |       | Kompetensi SDM        | 0,133           | 2                |
| 3  | <i>Infoware</i> (I)   | 0,154 | Kelengkapan dokumen   | 0,055           | 3                |
|    |                       |       | Kekinian dokumen      | 0,017           | 3                |
|    |                       |       | Kemudahan diakses     | 0,038           | 3                |
|    |                       |       | Kemudahan dipahami    | 0,044           | 3                |
| 4  | <i>Orgaware</i> (O)   | 0,212 | Organisasi            | 0,085           | 4                |
|    |                       |       | Kerjasama             | 0,057           | 2                |
|    |                       |       | Keuangan              | 0,071           | 2                |
|    | Total                 | 1,000 | Jumlah Indikator = 12 | 1,000           | 42               |

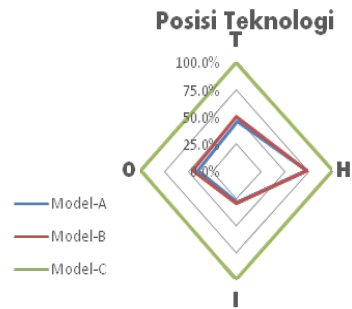
Kualitas hasil olahan berhubungan langsung dengan kualitas sumber air di badan air penerima hasil olahan IPLT. Kompetensi SDM berhubungan langsung dengan keberhasilan pengoperasian dan pemeliharaan sistem IPLT. Kriteria perencanaan berhubungan dengan kemampuan unit bangunan instalasi dalam mengolah lumpur tinja. Hal tersebut mengandung pengertian bahwa semakin tepat desain unit IPLT dan semakin kompeten SDM yang mengoperasikan dan memelihara IPLT, maka semakin tinggi jaminan untuk mendapatkan hasil olahan yang memenuhi syarat lingkungan. Apabila yang terjadi sebaliknya, maka resiko pencemaran semakin tinggi sehingga kualitas air semakin terancam dan ketersediaan sumber air baku juga semakin terancam pula.

Adanya potensi daya ungkit ketiga indikator tersebut memberi indikasi bahwa dalam kondisi sulit apapun, upaya untuk memenuhi ketiga persyaratan operasional sistem IPLT harus tetap dilakukan. Hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi timbulnya resiko pencemaran air yang tidak diinginkan.

### Model-Analisis THIO

Model-Analisis teknologi yang terdiri dari unsur-unsur *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware* (THIO) disajikan pada Gambar 1. Model-A diperoleh dari hasil analisis THIO untuk tiga IPLT yang tidak dilakukan rehabilitasi dan dinilai telah beroperasi optimal. Model-B berasal dari hasil analisis THIO untuk IPLT di delapan lokasi terpilih. Model-C diperoleh dari hasil analisis THIO berdasarkan jajak pendapat (*expert choice*) yang dilakukan dengan metode Delphi. Model-C mencerminkan kondisi teknologi yang diharapkan dimana unsur *Technoware* menjadi unsur utama atau alat produksi sistem IPLT, sedangkan unsur unsur *Humanware*, *Infoware* dan *Orgaware* menjadi unsur pendukung. Proporsi unsur THIO pada Model-C adalah 0,61 T : 0,15 H : 0,13 I : 0,11 O. Model-A dan Model B adalah fakta lapangan yang belum menempatkan unsur *Technoware* sebagai unsur utama,

sedangkan Model-A pada Model-B urutan ketiga. Hal tersebut memberi indikasi bahwa



**Gambar 1.** Model THIO Untuk Analisis Kesesuaian Teknologi IPLT

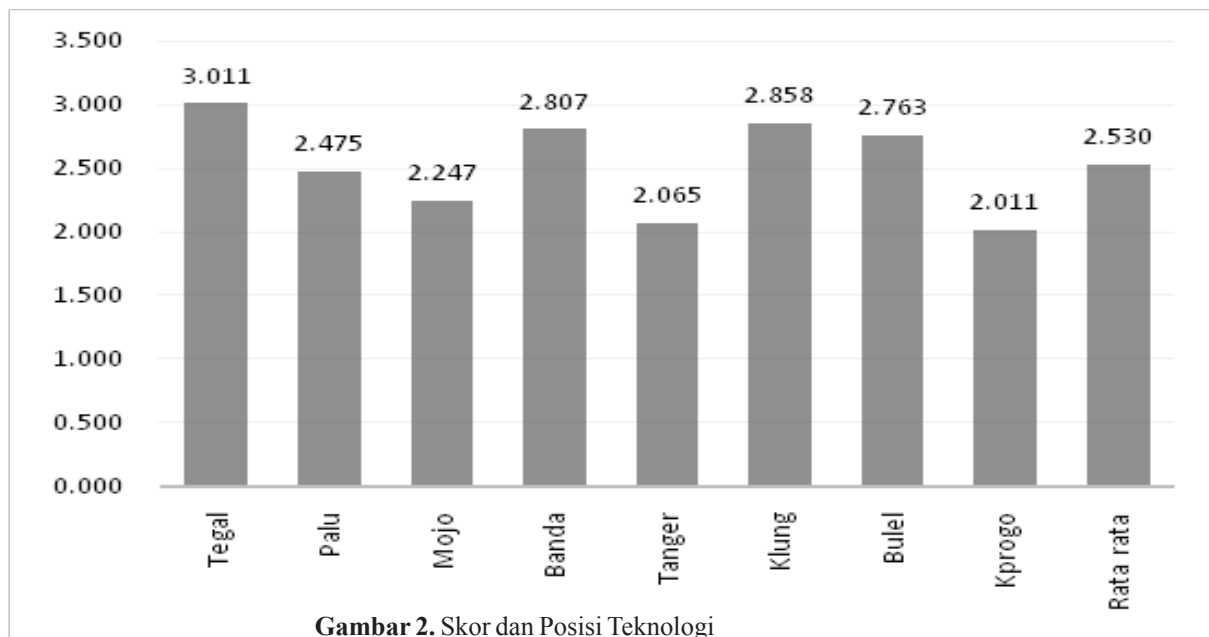
dari sudut pandang teknologi, IPLT yang telah dioperasikan di kota studi belum dapat dikategorikan beroperasi optimal.

Hasil penelitian terhadap kelompok industri di Iran menempatkan unsur *Technoware* pada posisi pertama (0,56), kemudian berturut turut diikuti unsur *Orgaware* (0,55), *Humanware* (0,51) dan *Infoware* (0,41).<sup>1</sup> Unsur *Technoware* pada kajian IPLT juga menempatkan unsur *Technoware* pada urutan pertama. Namun, urutan unsur lainnya berbeda yaitu berturut turut *Humanware*, *Infoware* dan *Orgaware*.

### Profil Teknologi IPLT Kota Studi

Hasil analisis kinerja teknologi (THIO) terhadap sistem IPLT di delapan kota studi, disajikan pada Gambar 2.

Sebagaimana tampak pada Gambar 2 tersebut bahwa terdapat empat IPLT dengan skor teknologi lebih kecil dari rata rata IPLT kota studi yaitu IPLT Mojokerto, IPLT Tangerang, IPLT Palu dan IPLT Kulonprogo. Bila dibandingkan dengan skor Model-C (Ideal/Target), kontribusi komponen teknologi (THIO) IPLT kota studi belum mencapai 50% target. Sementara itu, skor teknologi IPLT Mojokerto (tipe ABR) dan IPLT Tangerang (tipe Imhoff) yang dipilih karena telah beroperasi optimal, ternyata lebih rendah dari pada skor teknologi IPLT Tegal yang dinilai belum beroperasi optimal. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penilaian



**Gambar 2.** Skor dan Posisi Teknologi Sistem IPLT Kota Studi

kondisi operasional berdasarkan aspek fisik saja menjadi tidak valid.

Penelitian yang dilakukan untuk menilai tingkat kecerdasan kota menggunakan komunitas sebagai subjek dan informasi sebagai objeknya.<sup>8</sup> Penilaian dilakukan dengan menggunakan empat skala indeks kecerdasan kota yaitu 0,21–0,40 (inovatif mulai berkembang); 0,41–0,6 (inovatif sedang berkembang); 0,61–0,80 (mendekati inovatif) dan 0,81–1,00 (inovatif). Berdasarkan hal tersebut, maka penilaian kinerja sistem IPLT, tidak cukup hanya didasarkan pada nilai akhir skor THIO.

Aspek kecukupan jumlah variabel THIO yang terpenuhi perlu dipertimbangkan dalam penilaian. Aspek kesesuaian terhadap *base-line* maupun kondisi nyata yang ditemukan di lapangan, perlu dipertimbangkan pula.

### Kondisi Sistem IPLT

Analisis kesesuaian teknologi yang dikaji berdasarkan jumlah variabel teknologi (THIO) dilakukan dengan metode analisis kesenjangan (*gap analysis*). Variabel THIO yang memenuhi persyaratan atau lebih besar

**Tabel 3.** Peta Kondisi IPLT Kota Studi Berdasarkan Jumlah Variabel THIO

| Kota Studi | <i>Technoware</i> | <i>Humanware</i> | <i>Infoware</i> | <i>Orgaware</i> | Gap   | Non gap   | %     |
|------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------|-----------|-------|
| Tegal      | 1,00              | 3,00             | 1,00            | 1,00            | 6,00  | 6,00      | 50,0% |
| Palu       | 1,00              | 1,00             | 3,00            | 3,00            | 8,00  | 4,00      | 33,3% |
| Mojokerto  | 3,00              | 1,00             | 3,00            | 3,00            | 10,00 | 2,00      | 16,7% |
| Banda Aceh | 1,00              | 3,00             | 1,00            | 1,00            | 6,00  | 6,00      | 50,0% |
| Tangerang  | 3,00              | 2,00             | 3,00            | 3,00            | 11,00 | 1,00      | 8,3%  |
| Klungkung  | 1,00              | 1,00             | 1,00            | 1,00            | 4,00  | 8,00      | 66,7% |
| Buleleng   | 1,00              | 3,00             | 1,00            | 1,00            | 6,00  | 6,00      | 50,0% |
| Kulonprogo | 3,00              | 3,00             | 1,00            | 2,00            | 9,00  | 3,00      | 25,0% |
| Gap        | 14,0              | 17,0             | 14,0            | 15,0            | 60,00 | 36,00     | 37,5% |
| Non Gap    | 18,0              | 15,0             | 18,0            | 17,0            | 68,00 |           |       |
| %          | 56,3%             | 46,9%            | 56,3%           | 53,1%           | 53,1% | % Non gap |       |

dari pada skor model, dihitung jumlahnya. Hasilnya dirangkum pada Tabel 3.

Sebagaimana tampak pada Tabel 3 tersebut, gap terhadap jumlah variabel THIO bervariasi untuk setiap kota studi. Gap terendah adalah 4 variabel atau 12,5% dari total variabel yang diperbandingkan (IPLT Klungkung) dan gap tertinggi adalah sebelas variabel atau 34,4% (IPLT Tangerang).

Sementara itu, gap pada setiap unsur teknologi (THIO) juga bervariasi. Gap unsur teknologi terendah adalah empat belas unsur atau 43,8% (variabel *Technoware* dan *Infoware*) dan tertinggi adalah tujuh belas unsur atau 53,1% dari total yang diperbandingkan (*Humanware*).

Jumlah variabel yang lebih kecil dari skor ketiga model perbandingan adalah 60 (enam-puluh) kasus atau 46,9% dari total sedangkan jumlah variabel yang lebih besar dari skor ketiga Model-Adalah 68 (enam-puluh delapan) kasus atau 53,1%. Apabila digunakan angka 0-100 dan skala penilaiannya dibagi empat skala yaitu 0–25 (tidak baik); 26–50 (kurang baik); 51–75 (cukup baik) dan 76–100 (baik), maka kinerja teknologi sistem IPLT kota studi termasuk kedalam kategori “**Cukup Baik**”. Namun, dari delapan kota studi, hanya satu IPLT yang termasuk kategori “**Cukup Baik**” yaitu IPLT Klungkung dan sisanya termasuk ke dalam kategori “**Kurang Baik**”. IPLT

pembandingan (Mojokerto, Banda Aceh dan Tangerang) juga termasuk kedalam kategori kurang baik. Fakta ini menegaskan bahwa IPLT pembandingan yang dinilai beroperasi secara optimal tidak secara otomatis dapat memenuhi persyaratan teknologi yang meliputi unsur-unsur *Technoware*, *Humanware*, *Infoware* dan *Orgaware* (THIO).

Selanjutnya, gap analisis dilakukan terhadap skor variabel. Gap analisis dilakukan dengan menggunakan metode *euclidean distance* (jarak *euclidean*) yang disesuaikan.<sup>16</sup> Hasilnya disajikan pada Tabel 4.

Sebagaimana tampak pada Tabel 4 tersebut, proporsi kota studi yang memenuhi skor variabel THIO juga bervariasi. Skor pemenuhan terendah adalah 52,3% dari total skor variabel yang diperbandingkan (IPLT Kulonprogo) dan pemenuhan skor tertinggi adalah 71,1% (IPLT Klungkung). Terdapat tiga IPLT kota studi yang pemenuhan skornya lebih besar dari pada rata rata yaitu IPLT Tegal, IPLT Palu dan IPLT Klungkung.

Apabila digunakan skala penilaian yang sama dengan pendekatan pertama (pemenuhan terhadap jumlah variabel), maka rata rata kinerja sistem IPLT kota studi sebesar 63,1% termasuk kedalam kategori “**Cukup Baik**”. Berbeda dengan penilaian pertama yang hanya terdapat satu IPLT saja yang termasuk kategori cukup baik, berdasarkan

**Tabel 4** Peta Kondisi IPLT Kota Studi Berdasarkan Skor Variabel THIO

| Kota Studi | Perangkat Teknologi |                  |                 |                 | Gap    | Total               | Non gap |       |
|------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------|---------------------|---------|-------|
|            | <i>Technoware</i>   | <i>Humanware</i> | <i>Infoware</i> | <i>Orgaware</i> |        |                     | Skor    | %     |
| Tegal      | 1,33                | 0,32             | 0,24            | 0,32            | 2,22   | 7,59                | 5,37    | 70,7% |
| Palu       | 1,47                | 0,17             | 0,18            | 0,52            | 2,34   | 7,09                | 4,75    | 67,0% |
| Mojokerto  | 1,79                | 0,17             | 0,41            | 0,45            | 2,82   | 6,89                | 4,07    | 59,0% |
| Banda Aceh | 1,43                | 0,24             | 0,26            | 0,44            | 2,37   | 6,26                | 3,89    | 62,2% |
| Tangerang  | 1,95                | 0,20             | 0,41            | 0,45            | 3,02   | 6,82                | 3,79    | 55,6% |
| Klungkung  | 1,44                | 0,17             | 0,25            | 0,44            | 2,30   | 8,12                | 5,82    | 71,7% |
| Buleleng   | 1,45                | 0,21             | 0,24            | 0,44            | 2,34   | 6,88                | 4,54    | 66,0% |
| Kulonprogo | 2,16                | 0,21             | 0,30            | 0,44            | 3,11   | 6,57                | 3,46    | 52,7% |
| Gap        | 13,03               | 1,70             | 2,29            | 3,51            | 20,53  | 56,21               | 35,68   | 63,1% |
| Total Skor | 32,72               | 13,09            | 4,61            | 5,79            | 56,21  |                     |         |       |
| Non Gap    | 19,69               | 11,40            | 2,32            | 2,28            | 35,680 | % Non gap Skor THIO |         |       |
| %          | 60,2%               | 87,0%            | 50,2%           | 39,4%           | 59,2%  |                     |         |       |

penilaian kedua (pemenuhan skor teknologi), seluruh IPLT kota studi “**Cukup Baik**” dan pemenuhan unsur unsur teknologi (THIO) mencapai 59,2%.

Hasil penilaian kedua ini juga menempatkan tiga IPLT pembanding (Mojokerto, Banda Aceh, Tangerang) berada di bawah rata-rata IPLT kota studi. Fakta ini lebih memperkuat hasil penilaian sebelumnya yang menyatakan bahwa penilaian beroperasinya IPLT tidak cukup hanya dilihat dari berjalannya proses pengolahan, tetapi harus mempertimbangkan unsur hasil olahan, keteraturan pasokan lumpur tinja dan kondisi lingkungan air yang menerima effluen hasil olahan. Selain itu, unsur-unsur sumber daya manusia, organisasi dan pedoman kerja juga harus diperhitungkan dalam menilai sistem yang dapat dikategorikan optimal.

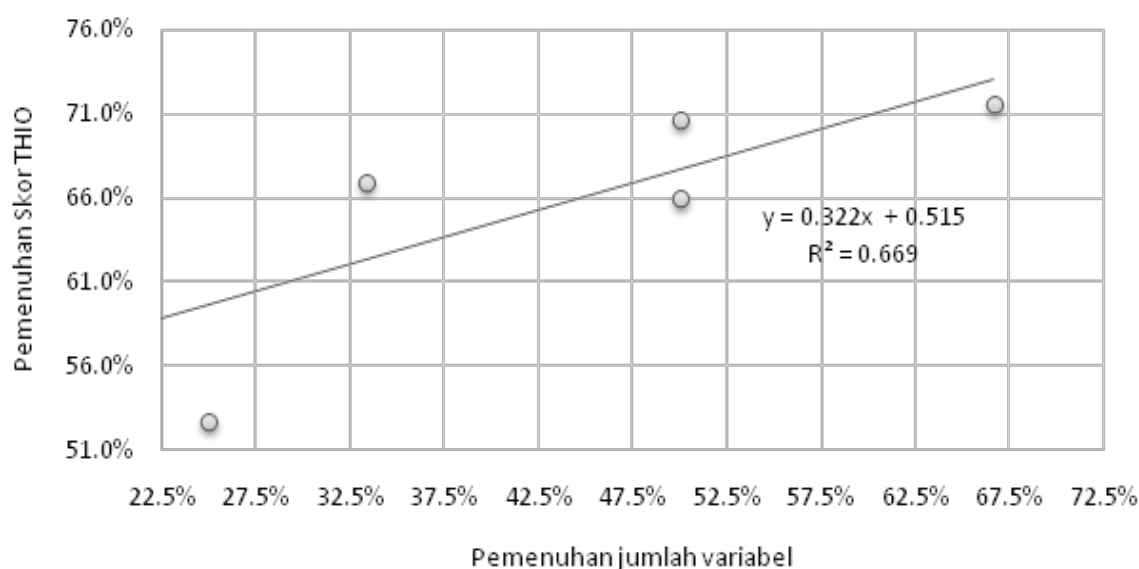
Pemetaan diagnosis IPLT dengan kedua pendekatan tersebut menghasilkan penilaian yang relatif sama, yaitu memposisikan IPLT ke dalam kategori “**Cukup Baik**” atau cukup optimal jumlah IPLT yang masuk kategori

cukup baik, namun berbeda jumlahnya. Hasil tersebut mengindikasikan adanya hubungan (korelasi) positif antara pemenuhan berdasarkan jumlah variabel dengan pemenuhan terhadap skor THIO. Hubungan tersebut terindikasi dari model linier pada Gambar3.

Grafik tersebut mengandung pengertian bahwa setiap peningkatan satu satuan skor THIO memerlukan tambahan 0,837 variabel yang memenuhi syarat. Hubungan tersebut termasuk kategori positif dan cukup kuat.

Terkait dengan status beroperasi IPLT, apakah dapat dikategorikan optimal atau belum optimal, penilaiannya dilakukan dengan mengintegrasikan hasil dari kedua pendekatan tersebut. Hasil integrasi tersebut dirangkum pada Tabel 5.

Hasil tersebut jauh berbeda dengan hasil penilaian awal (data sekunder) yang mengindikasikan bahwa kondisi operasional IPLT Kota Mojokerto, IPLT Kota Banda Aceh dan IPLT Kota Tangerang dikategorikan optimal. Penilaian tersebut benar bila hanya ditinjau dari aspek beroperasinya IPLT secara fisik.



**Gambar 3.** Hubungan Antara Skor THIO Dengan Jumlah Variabel

**Tabel 5.** Kategorisasi Kondisi Teknologi IPLT

| Analisis Gap | Tegal | Palu  | Mojo-kerto | Banda Aceh | Tange-rang | Klung – kung | Buleleng | Kulon progo |
|--------------|-------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------|-------------|
| Gap Var      | 50,0% | 33,3% | 16,7%      | 62,2%      | 55,6%      | 66,7%        | 50,0%    | 25,0%       |
| Gap Skor     | 70,7% | 67,0% | 59,0%      | 62,2%      | 55,6%      | 71,7%        | 66,0%    | 52,7%       |
| Rata rata    | 60,4% | 50,2% | 37,9%      | 62,2%      | 55,6%      | 69,2%        | 58,0%    | 38,8%       |
|              | C-Opt | C-Opt | K-Opt      | C-Opt      | C-Opt      | C-Opt        | C-Opt    | K-Opt       |

Penilaian teknologi yang unsur-unsurnya meliputi *Technoware*, *Humanware*, *Infoware* dan *Orgaware*, menggunakan multi kriteria (kriteria majemuk) yang memasukkan unsur fisik (*tangible*) dan unsur non fisik (*intangible*) dalam satu kesatuan penilaian yang menyeluruh dan saling bersinergi.

### Kemampuan IPLT Mengolah Limbah Tinja

Tingkat kemampuan IPLT mengolah limbah tinja, pada dasarnya dapat diketahui dari skor variabel *technoware*, khususnya indikator kualitas olahan. Namun, faktor-faktor penentu kemampuan IPLT juga harus diamati seperti kriteria perencanaan dan fungsi instalasi. Selain itu, skor variabel *humanware*, *infoware* dan *orgaware* perlu dikaji pula. Tabel 6 adalah rangkuman hasil analisis teknologi (THIO) sampai tingkat indikator dan parameter.

Sebagaimana tampak pada Tabel 6 tersebut, skor variabel *technoware* yang berada diatas rata rata 1,72 hanya dua IPLT yaitu IPLT Tegal dan IPLT Banda Aceh. Namun, IPLT yang memiliki skor *technoware* lebih tinggi dari pada skor rata rata, tidak otomatis memiliki skor indikator yang lebih besar dari rata rata indikator kualitas olahan sebesar 0,80. IPLT Tegal yang memiliki skor *technoware* 2,04 ( $>1,72$ ) ternyata memiliki indikator kualitas olahan yang lebih kecil dari rata rata 0,80. Hal tersebut memberi indikasi bahwa terdapat unsur lain yang menjadi faktor penyebab rendahnya skor variabel *technoware*. Pada kasus IPLT Tegal, faktor penyebab tidak optimalnya kualitas olahan terindikasi dari skor variabel *humanware* dan *orgaware* yang lebih kecil dari skor rata-rata. Kedua

skor rata-rata tersebut adalah *humanware* (0,57) dan *orgaware* (0,49).

Unsur kompetensi dan kecukupan jumlah SDM yang mengoperasikan IPLT dan kerjasama serta keuangan yang diperlukan untuk membiayai kegiatan operasional IPLT menjadi faktor penyebab kurang optimalnya hasil olahan IPLT.

Skor indikator kualitas olahan lebih besar dari rata rata 0,80 ternyata juga belum menjamin tercapainya target kualitas olahan yang memenuhi syarat baku mutu effluen. IPLT Banda Aceh dengan skor kualitas olahan tertinggi. Namun, berdasarkan hasil analisa laboratorium terhadap parameter-parameter BOD, COD, TSS, minyak, lemak dan setelah dikonversikan ke dalam satuan Indeks Pencemaran (IP), hasil olahannya termasuk kategori “cemar sedang” atau dua tingkat di atas standar baku mutu. Hal itu mengindikasikan bahwa kemampuan IPLT mengolah limbah tinja termasuk kategori kurang.

Faktor penyebab rendahnya kemampuan IPLT Banda Aceh mengolah limbah tinja terindikasi dari skor indikator kriteria perencanaan dan skor indikator fungsi instalasi yang lebih rendah dari rata-rata. Rendahnya skor kriteria perencanaan berhubungan erat dengan beban permukaan maupun beban volumetrik. Beban permukaan ABR IPLT Banda Aceh adalah 1492,7 KgBOD/Ha/hari, lebih besar dari kriteria (30–50 KgBOD/Ha/hari). Selanjutnya beban volumetrik ABR besarnya 0,0293 Kg BOD/m<sup>3</sup>.hari, lebih kecil dari kriteria (0,4–4,7 Kg BOD/m<sup>3</sup>.hari). Beban permukaan kolam maturasi besarnya 285,1 Kg BOD/Ha/hari, lebih besar dari kr

**Tabel 6.** Peta Kemampuan IPLT Mengolah Limbah Tinja

| Variabel, Indikator  | Tegal       | Palu        | Mojo kerto  | Banda Aceh  | Tange-rang  | Klung-kung  | Buleleng    | Kulon progo |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Technoware</b>    | <b>2,04</b> | <b>1,67</b> | <b>1,34</b> | <b>1,72</b> | <b>1,20</b> | <b>1,71</b> | <b>1,69</b> | <b>1,04</b> |
| Kualitas Olahan      | 0,77        | 0,98        | 0,80        | 0,94        | 0,53        | 0,91        | 0,60        | 0,33        |
| Kriteria Perencanaan | 0,60        | 0,47        | 0,20        | 0,33        | 0,33        | 0,47        | 0,53        | 0,27        |
| Fungsi Instalasi     | 0,67        | 0,22        | 0,33        | 0,44        | 0,33        | 0,33        | 0,56        | 0,44        |
| <b>Humanware</b>     | <b>0,45</b> | <b>0,58</b> | <b>0,59</b> | <b>0,51</b> | <b>0,55</b> | <b>0,59</b> | <b>0,54</b> | <b>0,54</b> |
| Kecukupan SDM        | 0,22        | 0,23        | 0,24        | 0,28        | 0,20        | 0,24        | 0,19        | 0,19        |
| Kompetensi SDM       | 0,24        | 0,35        | 0,35        | 0,24        | 0,35        | 0,35        | 0,35        | 0,35        |
| <b>Orgaware</b>      | <b>0,44</b> | <b>0,48</b> | <b>0,48</b> | <b>0,50</b> | <b>0,45</b> | <b>0,50</b> | <b>0,50</b> | <b>0,47</b> |
| Organisasi           | 0,20        | 0,18        | 0,18        | 0,20        | 0,18        | 0,20        | 0,20        | 0,20        |
| Kerjasama            | 0,08        | 0,14        | 0,14        | 0,11        | 0,08        | 0,11        | 0,11        | 0,08        |
| Keuangan             | 0,16        | 0,16        | 0,16        | 0,19        | 0,19        | 0,19        | 0,19        | 0,19        |
| <b>Infoware</b>      | <b>0,32</b> | <b>0,04</b> | <b>0,14</b> | <b>0,37</b> | <b>0,14</b> | <b>0,36</b> | <b>0,33</b> | <b>0,23</b> |
| Kelengkapan Dokumen  | 0,13        | 0,04        | 0,08        | 0,15        | 0,08        | 0,17        | 0,17        | 0,11        |
| Kekinian Dokumen     | 0,01        | 0,00        | 0,00        | 0,01        | 0,00        | 0,01        | 0,01        | 0,01        |
| Kemudahan Diakses    | 0,08        | 0,00        | 0,02        | 0,09        | 0,02        | 0,08        | 0,08        | 0,04        |
| Kemudahan Dipahami   | 0,10        | 0,00        | 0,03        | 0,11        | 0,03        | 0,10        | 0,06        | 0,07        |

teria (24–70 Kg BOD/Ha/hari). Fakta tersebut membuktikan bahwa beban input lumpur tinja melebihi kemampuan bak pengendap sebelum ABR dan juga kolam maturasi.

Rendahnya indikator fungsi instalasi dikarenakan banyaknya parameter baku limbah tinja maupun effluen hasil olahan yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Faktor penyebab lainnya adalah faktor manusia dan pedoman kerja. Hal tersebut terindikasi dari skor indikator kompetensi SDM dan semua indikator *infoware* yang lebih rendah dari skor rata rata.

Secara keseluruhan, kemampuan mengolah IPLT kota studi memang masih belum sesuai dengan harapan. Tidak ada satupun IPLT kota studi yang memenuhi standar baku effluen sehingga empat IPLT termasuk kategori cemar ringan (IPLT Tegal, IPLT Palu, IPLT Buleleng dan IPLT Mojokerto), dua IPLT termasuk kategori cemar sedang (IPLT Klungkung dan IPLT Banda Aceh dan satu IPLT termasuk kategori cemar berat (Kulonprogo).

Seperti halnya pada contoh kasus IPLT Tegal dan IPLT Banda Aceh, kemampuan mengolah IPLT dipengaruhi oleh beban

limbah yang harus diolah, kesesuaian input limbah tinja, keteraturan pasokan serta keteraturan jadwal pasokan dan kesesuaian baku limbah tinja dengan standar baku mutu. Selain itu, kemampuan mengolah IPLT juga dipengaruhi oleh kompetensi dan kecukupan jumlah SDM, struktur organisasi dan kejelasan tugas dan tanggung jawab serta keberadaan dan kekinian pedoman kerja serta kemudahan akses maupun kemudahan dipahami dan diaplikasikan. Sinergi semua komponen teknologi (*technoware*, *humanware*, *infoware*, *orgaware*) menjadi penentu pencapaian kinerja IPLT yang diharapkan.

### Upaya Peningkatan Kinerja IPLT

Sebagaimana telah dibahas dimuka, output audit teknologi adalah rekomendasi strategis untuk melakukan investasi pada sumber daya yang kritis. Rekomendasi strategis adalah kondisi dimana implementasi rekomendasi masih berada dalam kendali pelaksanaanya. Pada kasus IPLT kota studi, aset-aset fisik yang dapat ditingkatkan nilainya adalah bangunan IPLT dan pengaturan pasokan limbah tinja, peningkatan kompetensi SDM, penajaman tugas dan tanggung jawab opera-

sional serta penajaman Standar Operasi dan Prosedur (SOP).

Peningkatan nilai aset bangunan IPLT dapat dilakukan misalnya dengan memperbaiki pipa masuk (inlet) dan pipa keluar (outlet) serta pintu atau katup pengatur aliran air yang telah rusak dan pengecatan dinding bangunan IPLT dan menjaga kebersihan lingkungan IPLT dari sampah. Perbaikan pola penyedotan dan transportasi limbah tinja dilakukan dengan membagi wilayah pelayanan menjadi tiga blok. Penyedotan dan transportasi limbah tinja ke IPLT mengacu pada pembagian blok-blok pelayanan tersebut. Blok ke-1 dilayani pada tahun pertama, blok ke-2 dilayani pada tahun kedua dan blok ke-3 dilayani pada tahun ketiga, kemudian kembali ke blok ke-1 yang dilayani pada tahun keempat, demikian seterusnya. Pelayanan dilakukan secara proaktif (menjemput limbah tinja).

Secara spesifik, upaya yang dapat dilakukan untuk setiap IPLT kota studi dirangkum pada Tabel 7.

Sebagaimana tertera pada Tabel 7, perbaikan pasokan limbah tinja menempati urutan prioritas pertama. Urutan prioritas berikutnya berturut-turut adalah peningkatan pemeliharaan unit bangunan pengolahan, perbaikan kualitas SOP, penajaman tugas dan tanggungjawab dan peningkatan kompetensi SDM.

Peningkatan kompetensi SDM dilakukan melalui diklat yang diikuti pelatihan sambil

bekerja (*on the job training*) yang dipandu oleh pembinanya. Penajaman tugas dan tanggung jawab dilakukan dengan menerbitkan buku saku kerja yang berisi daftar tugas yang lebih terinci disertai ukuran keberhasilannya. Perbaikan SOP dilakukan misalnya dengan menambah gambar, bagan alir, foto dan contoh pada SOP yang telah ada serta memperbaiki kemasannya.

## KESIMPULAN

Penelitian evaluasi ini menyimpulkan bahwa tingkat sofistikasi (kecanggihan) komponen teknologi (THIO) IPLT kota studi termasuk kategori sedang dengan koefisien kontribusi komponen THIO sebesar 50%. Kondisi operasional IPLT kota studi termasuk kategori cukup optimum dengan koefisien kemampuan mengolah limbah tinja sebesar 54,0%. Faktor penyebab belum optimalnya kondisi operasional IPLT adalah pasokan limbah tinja yang belum terjadwal dengan baik, pemeliharaan unit bangunan IPLT yang belum memadai, kualitas SOP yang belum memadai, kompetensi SDM dan pembagian tugas serta tanggungjawab yang belum cukup tajam. Upaya peningkatan kinerja diprioritaskan pada perbaikan faktor penyebab yang mempengaruhi kinerja.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada **Puslitbang Permukiman**

**Tabel 7.** Matrik Upaya Perbaikan Kinerja IPLT

| IPLT Kota Studi | Unit Bangunan | Pasokan Limbah Tinja | Kompetensi SDM | Tugas dan Tanggung jawab | Perbaikan SOP |
|-----------------|---------------|----------------------|----------------|--------------------------|---------------|
| Tegal           | -             | -                    | V              | -                        | -             |
| Palu            | -             | V                    | -              | V                        | V             |
| Mojokerto       | V             | V                    | -              | V                        | V             |
| Banda Aceh      | V             | V                    | V              | V                        | -             |
| Tangerang       | V             | V                    | -              | -                        | V             |
| Klungkung       | -             | V                    | -              | -                        | -             |
| Buleleng        | -             | -                    | -              | -                        | -             |
| Kulonprogo      | V             | V                    | -              | -                        | V             |

Catatan: V = Upaya strategis

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat serta **Prof. (R) DR. Ir. R. Pamekas, M.Eng** atas bimbingan dan arahan pada penyusunan Karya Tulis Ilmiah (KTI) ini. Komentar yang membangun, koreksi terhadap analisis dan perhitungan serta koreksi terhadap kesesuaian pustaka yang disampaikan selama proses penyusunannya sangat bermanfaat untuk menjadi acuan dalam penyiapan KTI berikutnya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberi imbalan yang setimpal atas bimbingan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- <sup>1</sup>Rahmani, K., dkk. 2010. Examining the Level and Strength of Technology in the Industries of the Country Iran by using Escap Model-And Introducing Solution for Developing Technology. *Australian Journal of Basic and Applied Science* 4(10): 4638–4649.
- <sup>2</sup>Kumaraswamy, M.M. 1997. Repackaging Construction Megaprojects and Redefining Technology Transfer. *Construction Informatics Digital Library* (<http://itc.scix.net/paperw78-1997-15.content>), diakses 13 April 2015)
- <sup>3</sup>Reza, M., dkk. 2011. Recognition and Selection of Optimal Method for Transferring Technology in Tehran Gas Organization. *Indian Journal of Science and Technology* 4(9).
- <sup>4</sup>Shawyun, T. 1999. Expectation and Influencing Factors of IS Graduates and Education in Thailand: A Perspective of the Students, Academic and Business Community, *Informing Science* 2(1).
- <sup>5</sup>Agwe, J.N. dan Nawaz M.S. 2007. Prioritizing The Relative Dominance of Drivers for Intellectual Entrepreneurship Through The Tertiary Knowledge Industry. *Journal of Technology Management and Innovation* 2 (4): 20–43.
- <sup>6</sup>Wiraatmaja, I.I, dkk. 2011. Analysing the Influence of Technology on the Business Performance of Rattan Processing SME's in South Kalimantan. *EMS* 10(2): 104–108
- <sup>7</sup>Pardede, R. 2010. Kaji Ulang Sistem Mutu PRPN. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Rekayasa Perangkat Nuklir*. PRPN-Batan.
- <sup>8</sup>Malek, J.A. 2010. Informative Global Community Development Index of Intelligent City. *WSEAS Transaction on Information Science and Application* 7(1).
- <sup>9</sup>Nam, T., dan Theresa A.P. 2011. Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People and Institutions. *The Proceeding of the 12<sup>th</sup> Annual International Conference on Digital Government Research*: 282–291.
- <sup>10</sup>Zaker, A.R, dkk. 2013. Analysing the Effect of Management of Technology Transfer in Science and Technology Parks for Wealth Creation, Case Studi: Science and Technology Park of Thran University. *International Research Journal of Applied and Basic Science* 4 (11): 3427–3433.
- <sup>11</sup>Indriartiningtias, R., dkk. 2014. Penilaian Teknologi 2 Industri Pembuat Skop dengan Metode Teknometrik. *Jurnal Metris* 15: 89–96.
- <sup>12</sup>Gumbira, S.E., dkk. 2014. Evaluation of Technological Content of Wastewater Treatment of Palm Oil Mill in Lampung Province, Indonesia. *Environment Asia* 7(1): 39–44.
- <sup>13</sup>Akbaru, M.R., dan Mahmadyusuf Y. 2011. A Methodology to Evaluate both Internal and External Environments of Applied-Scientific Educational System Used in Strategic Planning. *International Journal of Vocational and Technical Education* 3(7) :84–98.
- <sup>14</sup>Ebrahimi, M., dkk. 2013. A New Model of Petrochemical Technology Strategic Planning. *International Journal of Business Administration* 4(2):57–73.
- <sup>15</sup>Toloui, A., dan Yaghoub A.M. 2012. Measuring Technological Level and Capability of the Industries in East Azerbaijan and Providing Strategies for Improvement and Promotion of Technology. *Journal of Basic and Applied Science Research* 2(4): 3664–3669.
- <sup>16</sup>Pamekas, R. 2013. Pembangunan dan Pengelolaan Infrastruktur Kawasan Permukiman. Bandung: Pustaka Jaya. 299 hlm.

