

JURNAL TEKNIK SIPIL

Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

Mengukur Efisiensi Kontraktor di Sektor Konstruksi Nasional Menggunakan *Data Envelopment Analysis*

Muhammad Arsyad

Program Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Jalan Merdeka 30 Bandung /
Direktorat Pembinaan Penataan Ruang Daerah Wilayah II, Kementerian PUPR, Jalan R. Patah I No. 1 Jakarta
E-mail: arsyad_muhammad@yahoo.co.uk

Andreas Wibowo

Program Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Jalan Merdeka 30 Bandung /
RIHS Badan Litbang Kementerian PUPR, Jalan Panyawungan Cileunyi Wetan Kabupaten Bandung
E-mail: andreaswibowo1@yahoo.de

Abstrak

Tulisan ini memaparkan hasil penelitian benchmarking efisiensi kontraktor menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA). Tujuannya adalah untuk membandingkan efisiensi satu kontraktor yang satu dengan yang lainnya dan mendapatkan kontraktor berkinerja terbaik untuk dijadikan benchmark bagi perusahaan lainnya. Variabel input meliputi jumlah pegawai, beban pegawai, jumlah proyek dikerjakan dalam setahun dan nilai proyek dikerjakan dalam setahun sementara variabel output adalah pendapatan dan laba bersih. Penelitian ini menggunakan 24 kontraktor besar yang beroperasi di pasar konstruksi nasional sebagai sampel, dengan tipe kepemilikan yang beragam. Berdasarkan skor rata-rata DEA antara 0 % (tidak efisien) dan 100 % (efisien) selama periode observasi dari tahun 2007 sampai 2012, Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI; 98,16 %) memiliki peringkat tertinggi, diikuti kontraktor asing (97,90 %), swasta nasional non-BEI (88,22 %), swasta nasional BEI (84,65 %) dan, terendah, BUMN non-BEI (62,89 %) dengan efisiensi rata-rata adalah 87,07 %. Tidak ada perbedaan statistik efisiensi antara perusahaan BEI dan non-BEI. Tulisan ini mendorong perlunya tindakan segera oleh perusahaan yang berada jauh di bawah rata-rata untuk meningkatkan efisiensinya, terutama dalam menghadapi era perdagangan bebas ASEAN 2015.

Kata-kata Kunci: Benchmarking, Efisiensi, Kontraktor, Input, Output, Data Envelopment Analysis, Indonesia.

Abstract

This paper presents the research finding of efficiency benchmarking for national contractors using Data Envelopment Analysis (DEA). It aims to compare the efficiency of contractors and to obtain the best performing contractor against which peer firms may benchmark their performance. Input measures were number of staff, staff cost, number of completed projects in one year, total value of completed projects in one year) while output measures were revenue and net profit. This research sampled twenty four large construction firms operating in the Indonesian construction market, with a wide variety of organization ownership types. Based on the average DEA scores assigned from 0 % (inefficient) to 100 % (efficient) during the observation period from 2007 to 2012, Indonesia Stock Exchange (IDX)-listed State-Owned Firms (SOFs; 98.16 %) ranked the highest, followed by foreign firms (97.90 %), non-IDX-listed private firms (88.22 %), IDX-listed private firms (84.65 %), and non-IDX-listed SOFs (62.89 %) with average scores being 87.07 %. No statistical difference in efficiency was found between those IDX-listed and those not. This paper accordingly encourages immediate actions of far below-average national firms to improve their efficiency for especially facing the verge of the 2015 ASEAN free trade era.

Keywords: Benchmarking, Efficiency, Contractors, Input, Output, Data Envelopment Analysis, Indonesia .

1. Pendahuluan

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2007-2012, sektor konstruksi tumbuh dengan sangat pesat, yaitu sekitar 34 % per tahun. Hal ini juga terlihat pada jumlah kontraktor di Indonesia yang pada tahun 2007 masih 77.901 perusahaan sementara pada tahun 2012, menurut Pusat Komunikasi Publik Kementerian Peker-

jaan Umum, menjadi 182.800 perusahaan konstruksi domestik, 1.742 diantaranya adalah perusahaan berskala besar. Sementara itu perusahaan asing tumbuh dari 94 perusahaan pada tahun 2007 menjadi 271 perusahaan pada 2012.

Melalui kesepakatan multilateral seperti *ASEAN Free Trade Area* (AFTA) yang akan efektif mulai tahun

2015, kontraktor dari negara lain dapat berkompetisi merebut pangsa pasar konstruksi nasional. Pasar bebas pada akhirnya tidak dapat dihindari lagi yang menghadapkan kontraktor nasional harus bersaing *head-to-head* dengan kontraktor asing. Apabila tidak disikapi dengan tepat keberlangsungan kontraktor nasional dapat terancam; bahkan, hal tersebut dapat dikatakan sudah terjadi saat ini: 60 % pangsa pasar industri nasional dikuasai perusahaan asing yang jumlahnya hanya 10 % dan sisanya oleh perusahaan nasional (Pusat Pembinaan Usaha dan Kelembagaan, 2013).

Pertumbuhan kontraktor juga berarti semakin ketatnya kompetisi industri konstruksi di Indonesia. Untuk dapat bertahan pada pasar yang sangat kompetitif, efisiensi menjadi kuncinya. Tidak ada perusahaan yang bisa bertahan dalam suatu lingkungan yang kompetitif kecuali ia sanggup beroperasi secara efisien. Dengan demikian kompetisi di antara kontraktor menyangkut efisiensi. Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai efisiensi di bidang konstruksi (e.g., Al-Jarallah, 1983; Carr dan Pearson, 1999; Frodell, 2010; Hadad et al., 2003; Janda dan Seshadri, 2001; Mayo dan Liu, 1995; Wang, 1998; Xue et al., 2008) menyepakati pentingnya efisiensi bagi kontraktor. Penelitian-penelitian tersebut mengindikasikan bahwa harga yang lebih rendah dapat ditawarkan oleh suatu kontraktor jika perusahaan tersebut efisien dalam pos-pos pengeluarannya.

Efisiensi penting untuk diukur karena merefleksikan keberhasilan suatu kontraktor dalam mengalokasikan berbagai sumber daya yang mereka miliki untuk menghasilkan suatu output. Pengukuran efisiensi juga dapat memperlihatkan unjuk kinerja dari kontraktor selama beroperasi. Dalam konteks pengukuran efisiensi, *benchmarking* telah menarik perhatian luas dari akademisi dan praktisi dalam berbagai disiplin ilmu (Anand dan Kodali, 2008; Fong et al., 1998).

Konsep *benchmarking* sendiri dikembangkan pada akhir tahun 1970 di Xerox Corporation, didefinisikan sebagai usaha pencarian *best practice* suatu industri akan kinerja superior (Camp, 1989). Berdasarkan terminologi modern, *benchmarking* adalah perbandingan sistematis suatu proses bisnis dan kinerja metrik terhadap *best practice* sebuah industri terbaik. Bogetoft dan Otto (2011) mendefinisikan *benchmarking* sebagai evaluasi kinerja relatif dari perusahaan (atau entitas produksi lainnya) yang mengubah input (sumber daya) jenis yang sama menjadi jenis output yang sama.

Di sektor konstruksi, ada beberapa inisiatif terkait dengan pembentukan sistem pengukuran kinerja untuk *benchmarking* di berbagai negara (e.g., Fisher et al., 1995; Hudson, 1997). Di Indonesia, kajian mengenai *benchmarking* kinerja konstruksi nasional sayangnya masih relatif jarang. Dari sedikit studi yang ada di

antaranya adalah Abduh et al. (2007) dan Soemardi dan Fajri (2013).

Tulisan ini memaparkan *benchmarking* efisiensi kontraktor yang beroperasi di sektor konstruksi nasional dan menentukan kontraktor yang berkinerja terbaik untuk dapat dijadikan referensi bagi perusahaan-perusahaan lainnya. Tulisan ini merupakan hasil penelitian lanjutan dari Arsyad dan Wibowo (2013) yang diharapkan dapat memberikan kontribusi keilmuan yang signifikan khususnya dalam ranah manajemen konstruksi dengan mengisi kesenjangan pengetahuan (*gap of knowledge*) tentang isu *benchmarking* efisiensi di sektor konstruksi. Selain itu, pelaku jasa konstruksi nasional dapat mengambil manfaat praktis penelitian ini sebagai referensi untuk meningkatkan efisiensi operasi sehingga mampu bersaing dengan kompetitor mereka.

2. Data Envelopment Analysis

Dalam *benchmarking* modern, metode *frontier analysis* yang paling umum digunakan. Meski telah ada beberapa penelitian *benchmarking* efisiensi kontraktor yang telah dilakukan di negara lain. (e.g., El-Mashaleh et al., 2001; Nguyen dan Long, 2005; Kim dan Kang, 2008; Park, 2011) di Indonesia sendiri penelitian mengenai hal tersebut belum pernah dilakukan.

Tujuan *frontier analysis* adalah untuk membedakan mana organisasi yang dievaluasi—disebut *decision-making unit* (DMU) – yang optimal efisiennya, yang diasumsikan berada di perbatasan (*frontier*), dari yang tidak efisien yang berada di bawah perbatasan (Thore, 2002). Di antara *frontier analysis*, data envelopment analysis (DEA) dan stochastic frontier analysis (SFA) adalah dua metodologi yang umum diakui dan sering digunakan dalam literatur, serta tumbuh cepat dalam teori maupun praktik [lihat bibliografi DEA oleh Emrouznejad et al. (2008) dan literatur dari SFA oleh Kumbhakar dan Lovell (2000) untuk detail lebih lanjut].

Data envelopment analysis adalah suatu metode yang menggunakan pendekatan nonparametrik, deterministik, sedangkan SFA merupakan metode parametrik, stokastik. Keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing (Charnes et al., 1994). *Stochastic frontier analysis* mengalkulasi estimasi efisiensi setiap DMU didasarkan pada fungsi hipotesis. Berdasarkan seluruh DMU, SFA menghasilkan garis batas (*frontier*) efisien yang meliputi DMU yang memiliki kinerja terbaik, maka persamaan regresi tunggal dioptimalkan diasumsikan berlaku untuk semua DMU. Sebagai metode stokastik, SFA mampu memisahkan *noise* acak dari ketidakefisienan. Di sisi lain, DEA adalah formulasi program linear yang mendefinisikan hubungan antara nonparametrik beberapa output dan beberapa input dengan

membangun perbatasan (*frontier*) efisiensi. Selain itu, DEA sebagai pendekatan deterministik menggabungkan gangguan (*noise*) sebagai bagian dari skor efisiensi.

Perbedaan utama antara dua metode tersebut adalah SFA berfokus pada semua pengamatan dan pembentukan garis batas depan (*frontier*) efisien berdasarkan optimasi-tunggal melalui pendekatan statistik, sedangkan DEA berfokus pada pengamatan individu, dan pembentukan batas efisien setelah n optimasi, satu untuk setiap pengamatan (Charnes et al., 1994). Selain itu, tidak seperti SFA, DEA tidak memerlukan pengenaan bentuk fungsional tertentu yang mengkaitkan variabel independen dengan variabel dependen dan juga asumsi tertentu tentang distribusi *error terms* (contoh, secara independen dan identik terdistribusi normal; Charnes et al., 1994) dan sesuai untuk kasus-kasus dengan sifat kompleks dan/atau tidak diketahui hubungan antara input dan output (Zhu, 2003). Karena DEA dengan mudah dapat menangani beberapa output pada saat yang sama, DEA tidak hanya menyediakan nilai efisiensi tetapi juga *slack* yang mengungkapkan kelebihan (kekurangan) pemakaian dari setiap input (output) di setiap DMU.

Secara keseluruhan, SFA menguntungkan dengan memungkinkannya pemisahan *noise* dan inefisiensi yang lebih baik sementara DEA menguntungkan karena memiliki struktur produksi yang sangat fleksibel (Bogetoft dan Otto, 2011) dan telah diidentifikasi sebagai metode yang cenderung dipilih oleh para manager dalam analisis efisiensi (Luo dan Donthu, 2005).

Dari kajian literatur yang telah dilakukan, berdasarkan karakteristik kontraktor dimana sulit untuk memisahkan *noise* dari perhitungan, sementara dengan multi-input dan multi-output dengan sifat yang kompleks tidak diketahui lagi hubungan fungsional antara keduanya, maka DEA adalah metode yang terbaik untuk dipergunakan pada penelitian ini sebagai metode analisisnya.

2.1 Model constant return to scale

Pada model *constant return to scale* (CRS; Charnes et al., 1978) atau biasa disebut model CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) efisiensi sebuah DMU adalah rasio maksimum antara output yang terbobot dengan input yang terbobot. Masing-masing nilai bobot yang digunakan dalam rasio tersebut ditentukan dengan batasan bahwa rasio yang sama untuk tiap DMU harus memiliki nilai yang kurang dari atau sama dengan satu. Secara matematis, efisiensi suatu DMU_o dengan s output dan m input dapat dituliskan sebagai:

$$\max h_0(u, v) = \frac{\sum_r u_r y_{ro}}{\sum_i v_i x_{io}} \quad (1)$$

s.t.

$$\max h_0(u, v) = \frac{\sum_r u_r y_{ro}}{\sum_i v_i x_{io}} \quad (2)$$

$$u_r \geq 0, r = 1, 2, \dots, s; v_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

dengan x_{ij} adalah input i dari DMU j , y_{rj} adalah output r dari DMU j , dan n adalah jumlah DMU yang dievaluasi. Variabel u_r dan v_r adalah solusi bobot dari problem *non-linear programming* yang didefinisikan dari Persamaan (1) sampai (3). Bila asumsi *output-oriented* yang digunakan, problem optimasi tersebut dapat dikonversi menjadi *linear programming* dengan merumuskan kembali fungsi tujuan dan kendalanya sebagai berikut:

$$\max z_0(u, v) = \sum_r u_r y_{ro} \quad (4)$$

s.t.

$$\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0 \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$\sum_i v_i x_{io} = 1 \quad (6)$$

Sama halnya, bila asumsi *input-oriented* yang digunakan, fungsi tujuan **Persamaan (1)** berubah menjadi fungsi minimum dengan numerator diset sama dengan satu dan menjadi kendala baru, sebagaimana **Persamaan (6)**. Dengan mengubah model primal menjadi model dual, **Persamaan (4)** sampai (6) dapat dikonversi menjadi:

$$\min \theta_0 \quad (7)$$

s.t.

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad (8)$$

$$\theta_0 x_{io} - \sum_j \lambda_j x_{ij} \geq 0 \quad (9)$$

$$l_j \geq 0 \quad (10)$$

Solusi optimal θ_0^* merupakan nilai efisiensi disebut juga nilai efisiensi teknis atau efisiensi CCR untuk DMU_o sedangkan untuk memperoleh nilai efisiensi untuk seluruh n DMU proses perhitungan menurut **Persamaan (7) sampai (10)** diulang. Per definisi, $0 \leq \theta \leq 1$, yang mana $\theta = 1$ disebut efisien yang terjadi saat kombinasi input-output virtual terletak pada *efficient frontier*.

2.2 Model variable return to scale

Karena asumsi CRS dianggap terlalu restriktif (Ramanathan, 2003), model CCR direlaksasi dengan hanya menambahkan satu kendala *convexity* (Banker et al., 1984):

$$\sum_j \lambda_j = 1 \quad (4)$$

yang menghasilkan model *variable return to scale* (VRS) atau biasa disebut model BCC (Banker, Charnes, Cooper).

Nilai-nilai efisiensi dari model BCC disebut nilai efisiensi teknis murni (*pure technical efficiency*). Hal ini terkait dengan nilai-nilai yang diperoleh dari model yang memperbolehkan VRS sehingga skala yang ada dapat tereliminasi. Secara umum nilai efisiensi CCR untuk tiap DMU tidak akan melebihi nilai efisiensi BCC yang memang telah jelas secara intuitif karena model BCC menganalisis tiap DMU secara lokal daripada secara global.

3. Decision-Making Units

3.1 Sampel dan klasifikasi kontraktor

Sampel kontraktor sebagai DMU dalam studi ini secara umum dikelompokkan menjadi (a) kontraktor yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) dan (b) kontraktor yang tidak terdaftar di BEI. Tujuan pengelompokan ini adalah untuk membandingkan kinerja efisiensi antara keduanya berdasarkan hipotesis bahwa perusahaan-perusahaan yang terdaftar di BEI beroperasi lebih efisien dibandingkan yang tidak terdaftar.

Sebagai kelompok pertama adalah semua kontraktor yang tercatat di BEI dan diklasifikasikan ke dalam subsektor konstruksi dan bangunan yang didasarkan pada JASICA (*Jakarta Stock Exchange Industrial Classification*). Terdapat 8 kontraktor dalam kelompok ini. Untuk kelompok kedua pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan secara *purposive* terhadap kontraktor yang terdaftar di Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi (2014) berdasarkan kriteria sebagai berikut:

- a. Kantor pusat berlokasi di Jakarta untuk memudahkan pengumpulan data;
- b. Memiliki Gred 7 (gred tertinggi) untuk subbidang klasifikasi/layanan dengan kode 21001, 21002, 21003, 21004, 21005, 22001, 22004;
- c. Memiliki kelengkapan data selama periode pengamatan;
- d. Tidak mengalami kerugian selama periode pengamatan agar tidak terjadi bias pada hasil penelitian sebagai akibat dari variabel yang dipilih.

Terdapat 235 kontraktor yang berada di Jakarta dan memiliki klasifikasi gred 7 dan ada 60 perusahaan yang memenuhi kriteria lainnya untuk dijadikan sampel. Untuk alasan kerahasiaan data, tulisan ini tidak secara spesifik menyebutkan nama-nama perusahaan sampel melainkan nama-nama kontraktor yang memenuhi persyaratan menjadi sampel (lihat Lampiran).

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari laporan keuangan dan laporan tahunan perusahaan antara tahun 2007 dan tahun 2012 untuk kelompok perusahaan yang terdaftar di BEI, yang diperoleh dari situs BEI atau situs perusahaan langsung. Sementara itu, untuk kelompok perusahaan yang tidak terdaftar di BEI digunakan lembar kolektif data untuk diisi oleh manajemen perusahaan sampel.

3.2 Variabel input dan output

Tidak ada aturan yang spesifik dalam menentukan pemilihan input dan output. Ramanathan (2003) menyarankan input didefinisikan sebagai sumber daya yang dimanfaatkan oleh DMU atau kondisi yang memengaruhi kinerja dari DMU sementara output merupakan keuntungan yang dihasilkan sebagai hasil dari kegiatan operasi DMU. Penggunaan variabel yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya dapat memerkecil kemungkinan ketidaktepatan dalam memilih variabel.

Park et al. (2011) menggunakan nilai kapitalisasi perusahaan, jumlah tenaga kerja sebagai variabel input dan penjualan dan laba bersih sebagai output. Kim dan Kang (2008) menggunakan kapitalisasi perusahaan, jumlah tenaga kerja sebagai input, sementara itu penjualan dan laba bersih sebagai output. Kim dan Nam (2010) menggunakan aset tetap, biaya tenaga kerja, biaya material sebagai variabel input serta penjualan dan laba bersih menjadi variabel output. Nguyen dan Long (2005) menggunakan kapitalisasi, jumlah tenaga kerja sebagai input variabel dan pendapatan usaha sebagai output variabel. El-Mashaleh et al. (2001) menggunakan jumlah pegawai, dan biaya operasional sebagai input sementara pendapatan usaha sebagai output. Nilai kapitalisasi pasar meski banyak digunakan peneliti sebelumnya tidak dapat diaplikasikan dalam penelitian ini mengingat sejumlah sampel tidak terdaftar dalam pasar modal sehingga sulit diestimasi nilai kapitalisasinya.

Penentuan input dan output secara benar sangatlah penting untuk dilakukan. Hal ini terkait *rule of thumb* jumlah yang ideal untuk variabel input dan output akan memengaruhi besaran sampel minimum yang dibutuhkan. *Rule of thumb* yang lainnya menyatakan, pada saat jumlah input dan output meningkat, semakin banyak DMU yang akan memperoleh tingkat efisiensi 100% karena DMU-DMU tersebut menjadi terlalu khusus untuk dievaluasi terhadap unit lain (Ramanathan, 2003). Dengan demikian, semakin banyak jumlah input dan output tidak memberikan jaminan hasil perhitungan yang lebih baik.

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, penelitian ini menggunakan empat variabel input dan dua variabel output, sebagaimana tersaji dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Variabel penelitian

Variabel	Definisi	Kode
Input	Jumlah pegawai	X_1
	Beban pegawai	X_2
	Jumlah proyek dalam 1 tahun	X_3
	Nilai proyek dalam 1 Tahun	X_4
Output	Pendapatan	Y_1
	Laba bersih	Y_2

Pendapatan dan laba bersih dipilih bukan saja karena telah digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya melainkan juga secara jelas merupakan keuntungan yang dihasilkan sebagai hasil dari kegiatan dari kontraktor. Sementara itu, jumlah pegawai, beban pegawai, jumlah proyek dalam satu tahun dan nilai proyek dalam satu tahun dipilih sebagai input dikarenakan keempat variabel tersebut merupakan sumber daya yang dimanfaatkan oleh kontraktor atau kondisi yang memengaruhi kinerja dari kontraktor. Pemilihan jumlah proyek dalam satu tahun dan nilai proyek dalam satu tahun dikarenakan kedua variabel ini secara spesifik hanya dimiliki oleh kontraktor, bahkan diatur melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 08 tahun 2011 sebagai persyaratan pada penyedia jasa konstruksi.

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model BCC dengan asumsi *input-oriented* dan VRS. Orientasi ini dipilih dengan asumsi sampel mempunyai kontrol yang lebih baik terhadap input daripada output. Dengan kata lain, perusahaan mampu menambah dan mengurangi input dengan relatif mudah dibandingkan menambah atau mengurangi output karena banyaknya faktor yang berkontribusi terhadap output. Penelitian ini menggunakan piranti lunak DEAOS (Behin-Cara-Pajoh Research Center of Operation Research, 2014) untuk pengolahan data.

4. Hasil Benchmarking

4.1 Klasifikasi sampel

Dari 60 kontraktor yang memenuhi persyaratan untuk dijadikan sampel, terkumpul 24 kontraktor sebagai DMU yang akan dievaluasi. Jumlah ini sudah mencukupi persyaratan minimum sampel berdasarkan Bowlin (1998) yaitu 3 kali jumlah input dan output atau $18 (=3 \times (4+2))$. Berdasarkan kepemilikan, sampel kemudian dapat dikategorikan lebih lanjut menjadi tiga: badan usaha milik negara (BUMN), badan usaha milik swasta, dan badan usaha milik asing. Klasifikasi

Tabel 2. Klasifikasi sampel penelitian

Terdaftar di BEI	Kepemilikan			Jumlah
	BUMN	Swasta	Asing	
Ya	DMU #1 - #4	DMU #9 - #12	-	8
Tidak	DMU #5 - #8	DMU #13 - #19	DMU #20 - #24	16
Jumlah	8	11	5	24

berdasarkan kepemilikan dan terdaftar atau tidak terdaftar dalam BEI disajikan dalam **Tabel 2**.

Statistik deskriptif dari variabel input dan output dapat dilihat pada **Tabel 3**. Meskipun sampel berasal dari gred yang sama akan tetapi data yang didapatkan bervariasi untuk keseluruhan variabel, sebagaimana terlihat dari perbedaan nilai minimum, maksimum, dan deviasi standar untuk setiap variabel. Rata-rata data untuk setiap variabel selalu mengalami kenaikan setiap tahunnya kecuali variabel X_3 , X_4 dan Y_1 .

4.2 Hasil perhitungan individual

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan skor DEA. Ada tujuh perusahaan yang secara konsisten menjadi *best performer* dibandingkan kontraktor sampel lainnya selama kurun waktu 2007-2012 sehingga mencapai q rata-rata= 1: DMU #1, DMU #2, DMU #3, DMU #13, DMU #20, DMU #21, DMU #22. Secara rata-rata keseluruhan, efisiensi kontraktor adalah 87,07 % yang artinya relatif efisien.

Ada beberapa DMU yang memerlukan perhatian khusus karena rendahnya skor DEA; sebagai contoh, DMU # 8 yang memiliki skor rendah antara 26,10 % dan 55 %. Hasil DEA ini terafirmasi melalui fakta bahwa DMU ini selanjutnya diakuisisi oleh DMU lainnya. Untuk menjadikannya efisien, ada upaya perbaikan yang harus dilakukan, baik melalui pengurangan *input excess* atau peningkatan output, sebagaimana disajikan dalam **Tabel 5** (untuk tahun 2009 karena DMU ini memiliki skor terendah pada tahun tersebut).

Hasil perhitungan DEA menunjukkan bila DMU #8 menjadi seefisien DMU #13 dan #19, output “Laba Bersih” harus ditingkatkan menjadi Rp31.908.275.971,05 dari nilai sebelumnya Rp1.736.635.000 tanpa mengurangi nilai input. Nilai “Jumlah Pegawai”, “Beban Pegawai” dan “Jumlah Kontrak” harus dikurangi menjadi berturut-turut 87,113; Rp4.883.343.228,629 ; 4,856 sebagai alternatif tanpa mengurangi output. Dalam contoh ini, DMU #13 memberikan kontribusi sebesar 37,1%, DMU #15 berkontribusi 62,9% dalam meningkatkan output DMU #8. Oleh karena itu, kontraktor ini sebaiknya memilih DMU tersebut sebagai *benchmark*. Hasil observasi yang cukup menarik adalah input “Nilai Proyek” dan output “Pendapatan” DMU #8 lebih baik daripada nilai yang ditawarkan oleh *reference set*.

Tabel 3. Statistik deskriptif variabel *input* dan *output*

Variabel	Kode	Statistik	Tahun					
			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Input	X ₁ (Orang)	Minimum	86,0	92,0	50,0	94,0	110,0	122,0
		Maksimum	1.649,0	2.853,0	2.716,0	3.014,0	2.585,0	2.772,0
		Rata-rata	499,4	592,0	648,0	668,4	716,1	832,8
		Deviasi standar	460,8	636,8	630,8	661,2	578,8	587,0
	X ₂ (Rp. Juta)	Minimum	2.769,4	3.836,4	4.317,7	4.896,0	6.611,9	12.570,6
		Maksimum	113.007,7	116.994,1	119.789,1	144.826,5	147.987,2	192.754,1
		Rata-rata	35.301,5	42.505,6	50.567,0	57.366,1	70.869,2	96.396,3
		Deviasi standar	30.847,0	33.871,9	36.691,1	40.276,3	40.691,9	53.142,3
	X ₃	Minimum	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0
		Maksimum	40,0	60,0	78,0	87,0	89,0	89,0
		Rata-rata	16,6	22,0	21,3	22,5	22,5	25,3
		Deviasi standar	9,2	13,6	16,8	19,7	18,1	17,3
	X ₄ (Rp. Juta)	Minimum	224.906,0	248.462,7	102.440,6	112.770,2	181.244,2	257.986,3
		Maksimum	10.599.296,6	13.526.459,6	13.363.270,4	13.781.000,0	12.542.500,0	13.526.459,6
		Rata-rata	1.858.539,7	2.606.442,4	2.784.902,9	2.873.241,2	3.246.515,0	3.204.432,0
		Deviasi standar	2.353.640,4	3.202.593,4	3.626.606,3	4.038.640,9	3.921.491,4	3.691.597,8
Output	Y ₁ (Rp. Juta)	Minimum	61.972,3	66.777,0	44.131,6	82.704,4	136.848,0	209.562,5
		Maksimum	4.973.866,8	6.639.941,6	7.714.613,6	6.022.921,9	7.274.166,6	8.808.415,7
		Rata-rata	1.197.805,3	1.541.256,4	1.681.368,0	1.655.885,3	1.930.227,1	2.485.552,6
	Y ₂ (Rp. Juta)	Deviasi standar	1.321.900,0	1.828.761,2	2.054.754,5	1.854.618,7	2.144.366,9	2.613.762,8
		Minimum	903,0	277,5	1.736,6	3.382,0	2.822,0	2.892,0
		Maksimum	129.138,9	281.485,1	189.222,1	284.922,2	272.759,0	739.521,9
		Rata-rata	43.953,2	56.268,9	67.174,1	83.721,5	101.516,6	185.569,8
		Deviasi standar	33.492,9	60.162,4	55.271,4	64.954,5	81.279,6	183.923,8

4.2 Hasil perhitungan individual

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan skor DEA. Ada tujuh perusahaan yang secara konsisten menjadi *best performer* dibandingkan kontraktor sampel lainnya selama kurun waktu 2007-2012 sehingga mencapai *q* rata-rata= 1: DMU #1, DMU #2, DMU #3, DMU #13, DMU #20, DMU #21, DMU #22. Secara rata-rata keseluruhan, efisiensi kontraktor adalah 87,07 % yang artinya relatif efisien.

Ada beberapa DMU yang memerlukan perhatian khusus karena rendahnya skor DEA; sebagai contoh, DMU # 8 yang memiliki skor rendah antara 26,10 % dan 55 %. Hasil DEA ini terkonfirmasi melalui fakta bahwa DMU ini selanjutnya diakusisi oleh DMU lainnya. Untuk menjadikannya efisien, ada upaya perbaikan yang harus dilakukan, baik melalui pengurangan *input excess* atau peningkatan output, sebagaimana disajikan dalam Tabel 5 (untuk tahun 2009 karena DMU ini memiliki skor terendah pada tahun tersebut).

Hasil perhitungan DEA menunjukkan bila DMU #8 menjadi seefisien DMU #13 dan #19, output “Laba Bersih” harus ditingkatkan menjadi Rp31.908.275.971,05 dari nilai sebelumnya Rp1.736.635.000 tanpa mengurangi nilai input. Nilai “Jumlah Pegawai”, “Beban Pegawai” dan “Jumlah Kontrak” harus dikurangi menjadi berturut-turut

87,113; Rp4.883.343.228,629 ; 4,856 sebagai alternatif tanpa mengurangi output. Dalam contoh ini, DMU #13 memberikan kontribusi sebesar 37,1%, DMU #15 berkontribusi 62,9% dalam meningkatkan output DMU #8. Oleh karena itu, kontraktor ini sebaiknya memilih DMU tersebut sebagai *benchmark*. Hasil observasi yang cukup menarik adalah input “Nilai Proyek” dan output “Pendapatan” DMU #8 lebih baik daripada nilai yang ditawarkan oleh *reference set*.

4.3 Window analysis

Untuk memantau perubahan efisiensi kontraktor dari waktu ke waktu dilakukan Window DEA (Charnes et al., 1985). Pada penelitian ini digunakan analisis *window* tiga tahun sehingga untuk setiap analisis diperoleh 72 (=3 x 24) DMU yang mana DMU yang sama untuk kurun waktu yang berbeda dianggap sebagai DMU yang berbeda pula sehingga *benchmarking* tidak saja dilakukan terhadap *peer* DMU melainkan juga terhadap kinerjanya sendirinya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6.

Sebagai contoh DMU #8, efisiensi DMU tidak mengalami perubahan berarti dari tahun 2007 sampai 2009 (*window* pertama; 27,88 %; 28,21 %; 24,14 %), pun demikian dari tahun 2008 sampai 2010 (*window* kedua; 29,39 %; 21,86 %; 27,95 %); artinya, DMU ini memang mengalami masalah efisiensi cukup serius dari tahun ke tahun. DMU yang juga mengalami masalah yang sama

Tabel 4. Nilai efisiensi DMU sampel

No	DMU	Efisiensi DMU (%)						Rata-Rata
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	
1	DMU #1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2	DMU #2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3	DMU #3	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
4	DMU #4	66,55	100,00	89,20	100,00	100,00	100,00	92,63
5	DMU #5	84,22	60,27	84,86	100,00	100,00	99,96	88,22
6	DMU #6	90,13	80,63	79,78	60,98	80,29	56,58	74,73
7	DMU #7	43,51	55,01	54,60	45,61	46,17	53,59	49,75
8	DMU #8	55,00	52,05	26,10	35,83	26,81	37,44	38,87
9	DMU #9	100,00	74,83	89,38	70,96	88,96	68,58	82,12
10	DMU #10	75,06	70,39	91,14	89,75	92,34	80,96	83,27
11	DMU #11	100,00	99,65	88,90	90,41	86,27	65,77	88,50
12	DMU #12	72,45	74,39	87,51	73,96	100,00	100,00	84,72
13	DMU #13	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
14	DMU #14	100,00	100,00	88,69	87,31	95,71	100,00	95,29
15	DMU #15	98,12	98,52	93,95	92,90	100,00	100,00	97,25
16	DMU #16	70,76	65,24	79,70	70,41	75,84	51,74	68,95
17	DMU #17	77,15	98,13	89,29	72,01	83,81	78,33	83,12
18	DMU #18	83,40	83,35	82,15	64,16	68,64	64,04	74,29
19	DMU #19	91,71	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,62
20	DMU #20	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
21	DMU #21	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
22	DMU #22	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
23	DMU #23	100,00	96,27	100,00	94,39	100,00	91,51	97,03
24	DMU #24	100,00	84,27	87,74	100,00	84,68	97,99	92,45
Rata-Rata		87,84	87,21	88,04	85,36	88,73	85,27	87,07

Tabel 5. Contoh upaya peningkatan efisiensi untuk dmu #8 (Tahun 2009)

DMU 8		Efficiency 26,1%			
Projection Summary					
Variable		Original Value	Slack Movement	Radial Movement	Target Value
Input	X ₁	835	130,827	617,06	87,113
	X ₂	71.940	13.893,48	53.163,18	4.883,34
	X ₃	20	0,364	14,78	4,856
	X ₄	811.128,33	0	599.418,44	211.709,89
Output	Y ₁	175.041,30	0	0,00	175.041,30
	Y ₂	1.736,64	30.171,64	60.343,28	31.908,28
Listing of Peers					
Peer	Lambda weight				
DMU 13	0,371				
DMU 19	0,629				

adalah DMU #11. Meski efisiensinya tidak serendah DMU #8, DMU #11 terus mengalami penurunan dari waktu ke waktu, tidak saja terhadap DMU lain melainkan juga terhadap kinerjanya sendiri pada tahun-tahun sebelumnya. Hal yang berkebalikan terjadi pada DMU #4 yang menunjukkan konsistensi perbaikan efisiensi. Pada tahun 2008 DMU ini mengalami kenaikan efisiensi yang cukup signifikan dibandingkan efisiennya sendiri pada tahun sebelumnya (naik dari 63,98 % menjadi 100,00 %) meski kemudian turun kembali menjadi 86,28 %. Namun, pada *window* berikutnya tren positif dapat teramati dan pada *window* keempat (2010-2012), DMU ini sudah menjadi efisien sempurna pada tahun 2011 dan 2012. Secara rata-rata keseluruhan, skor DEA untuk *window* pertama, kedua, ketiga, dan keempat adalah 81,81 %; 79,20 %; 80,06

%; dan 76,35 %. Meski perbedaan efisiensi tidak besar namun ada kecenderungan yang negatif dari waktu ke waktu.

Sebagaimana direkomendasikan Cooper et al. (2011), tabel hasil perhitungan *window analysis* dapat digunakan untuk sekaligus mengecek stabilitas efisiensi relatif melalui beberapa statistik ringkasan. Beberapa contoh DMU yang bermasalah dengan stabilitasnya, dilihat dari koefisien variasinya, adalah DMU #5, DMU #6, dan DMU #12. Bila dalam **Tabel 4** terdapat tujuh DMU yang memiliki skor DEA rata-rata 100 %, maka menurut *window analysis*, satu-satunya *best performer* yang konsisten dengan kinerja terbaiknya hanyalah DMU #13 yang notabene adalah kontraktor swasta nasional yang tidak terdaftar dalam BEI.

Tabel 6. DEA-window analysis 3 tahun

DMU	Efisiensi DMU (dalam %)						Statistik ^{a)}		
	2007	2008	2009	2010	2011	2012			
DMU #1	79,38	87,32 87,25	100,00				Rata-rata	91,17	
				77,82			COV	10,56	
				82,66	100,00		Min.	77,82	
DMU #2	100,00	100,00 100,00	100,00				Maks.	100,00	
				96,58	100,00		Rata-rata	95,53	
				99,33	100,00		COV	10,01	
DMU #3	90,00	96,10 96,91	100,00				Min.	73,77	
				100,00	100,00		Maks.	100,00	
				73,77		100,00	Rata-rata	94,37	
DMU #4	63,98	100,00 100,00	100,00				COV	9,01	
				91,21	100,00		Min.	72,03	
				72,03		100,00	Maks.	100,00	
DMU #5	83,60	58,39 56,64	71,94				Rata-rata	92,79	
				70,02	100,00		COV	11,91	
				72,44	100,00		Min.	63,98	
DMU #6	89,78	78,48 71,54	68,40				Maks.	100,00	
				54,38	100,00		Rata-rata	81,23	
				55,76	100,00		COV	19,74	
DMU #7	39,33	54,07 49,82	54,06				Min.	56,64	
				49,63	43,41		Maks.	100,00	
				49,83	43,44		Rata-rata	62,26	
DMU #8	27,88	28,21 29,39	24,14				COV	20,22	
				21,86	27,95		Min.	45,50	
				21,86	27,95		Maks.	89,78	
DMU #9	87,09	73,20 69,53	73,71				Rata-rata	44,98	
				69,49	63,07		COV	15,13	
				78,09	69,20		Min.	33,78	
DMU #10	73,98	69,03 67,81	72,51				Maks.	54,07	
				69,13	76,50		Rata-rata	25,93	
				77,55	81,49		COV	13,98	
DMU #11	100,00	84,24 93,13	78,76				Min.	19,73	
				80,87	74,25		Maks.	31,00	
				85,73	83,68		Rata-rata	69,52	
DMU #12	71,84	73,30 62,51	72,29				COV	13,36	
				54,14	57,94		Min.	51,76	
				55,70	59,63		Maks.	87,09	
DMU #13	100,00	100,00 100,00	100,00				Rata-rata	73,62	
				100,00	100,00		COV	6,27	
				100,00	100,00		Min.	67,36	
DMU #14	100,00	85,88 86,30	84,73				Maks.	81,49	
				85,50	84,94		Rata-rata	78,17	
				85,55	84,94		COV	16,44	
DMU #15	94,18	74,86 75,78	88,79				Min.	54,47	
				89,71	90,46		Maks.	100,00	
				89,76	90,46		Rata-rata	68,25	
DMU #16	70,76	60,89 61,53	69,12				COV	24,53	
				74,17	68,96		Min.	47,69	
				74,17	68,96		Maks.	100,00	
DMU #17	75,43	72,49 69,69	83,60				Rata-rata	100,00	
				78,01	70,96		COV	0,00	
				78,78	71,95		Min.	100,00	
DMU #18	78,75	80,84 66,36	77,21				Maks.	100,00	
				58,69	61,72		Rata-rata	85,80	
				59,19	60,45		COV	7,57	
DMU #19	79,56	66,97 67,76	100,00				Min.	74,86	
				100,00	100,00		Maks.	94,18	
				100,00	100,00		Rata-rata	65,47	
DMU #20	100,00	100,00 100,00	100,00				COV	13,02	
				92,78	68,96		Min.	44,05	
				90,33	70,41		Maks.	74,17	
DMU #21	100,00	78,73 76,99	100,00				Rata-rata	72,62	
				100,00	85,42		COV	7,53	
				92,12	81,06		Min.	65,78	
DMU #22	100,00	100,00 99,60	100,00				Maks.	83,60	
				100,00	100,00		Rata-rata	62,87	
				100,00	100,00		COV	17,48	
DMU #23	97,20	90,00 87,85	100,00				Min.	46,73	
				94,31	94,26		Maks.	80,84	
				94,31	94,26		Rata-rata	89,81	
DMU #24	99,27	82,18 78,05	87,74				COV	14,09	
				87,74	95,57		Min.	66,97	
				85,12	97,16		Maks.	100,00	
			100,00				Rata-rata	98,59	
							COV	3,38	
							Min.	90,33	
							Maks.	100,00	
							Rata-rata	91,12	
							COV	10,82	
							Min.	76,99	
							Maks.	100,00	
							Rata-rata	95,92	
							COV	10,39	
							Min.	68,26	
							Maks.	100,00	
							Rata-rata	92,01	
							COV	5,66	
							Min.	79,49	
							Maks.	100,00	
							Rata-rata	87,51	
							COV	10,65	
							Min.	73,72	
							Maks.	100,00	

Catatan ^{a)} COV = koefisien variasi

4.4 Perbandingan antar kelompok

Tabel 7 menyajikan beberapa statistik penting skor efisiensi DEA (2007-2012) menurut kelompok sementara **Gambar 1** memperlihatkan pergerakan skor rata-rata antara 2007 dan 2012. Berdasarkan tabel dan gambar ini, dapat disimpulkan terdapat tiga *tier* kontraktor. *Tier* pertama adalah BUMN-BEI dan kontraktor asing yang menjadi kategori kontraktor yang paling efisien dan sekaligus paling konsisten (sebagaimana terlihat dari rentang dan deviasi standar) dengan kinerja terbaiknya selama periode penelitian. DMU #4 menjadi satu-satunya DMU BUMN-BEI yang tidak berhasil efisien sempurna selama seluruh periode penelitian. Ini dapat dimengerti karena DMU #4 adalah kontraktor BUMN yang baru terdaftar di BEI pada akhir 2012. Namun demikian, *window analysis* menunjukkan adanya perbaikan konsisten dari waktu ke waktu. Hasil ini juga menunjukkan setidaknya bahwa kontraktor BUMN yang terdaftar di BEI mampu bersaing dengan perusahaan asing yang beroperasi di Indonesia.

Tier kedua adalah kontraktor swasta nasional baik yang terdaftar maupun tidak dalam BEI dan *tier* ketiga adalah BUMN-non BEI. Meski studi ini tidak dimaksudkan sebagai studi yang *exhaustive* untuk generalisasi kondisi, temuan ini setidaknya memberikan peringatan dini bagi kontraktor-kontraktor BUMN yang kinerjanya relatif rendah dibandingkan kompetitor domestik untuk segera mengejar kesenjangan yang ada. Dengan rata-rata sebesar 62,89 %, masih banyak ruang untuk perbaikan (*room for improvement*) efisiensi.

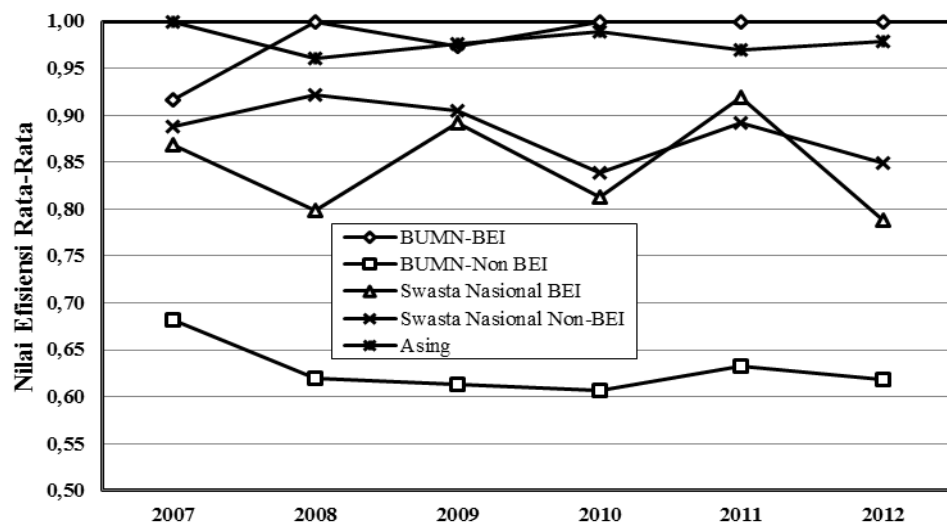
Bila dikaitkan dengan hipotesis bahwa perusahaan yang *go-public* harusnya lebih efisien, untuk kasus BUMN hipotesis tersebut dapat diterima namun tidak untuk kontraktor swasta yang mana perusahaan yang tidak terdaftar BEI justru secara rata-rata lebih baik ketimbang yang terdaftar BEI. Untuk kelompok BEI,

skor DEA rata-rata adalah 91,41 % ($n = 8$) sementara untuk kelompok non-BEI adalah 84,91 % ($n = 16$). Investigasi lebih lanjut menggunakan *t-test* (Kvam dan Vidakovic, 2007) memperlihatkan bahwa perbedaan efisien tersebut tidak signifikan secara statistik ($p = 0,367$). Meski perlu diinterpretasikan secara berhati-hati mengingat jumlah sampel yang terbatas, hasil ini setidaknya memberikan indikasi bahwa kontraktor yang tidak terdaftar di pasar modal pun bisa seefisien perusahaan yang terdaftar.

Selanjutnya, studi ini setidaknya memiliki batasan yang perlu mendapatkan perhatian lebih lanjut. Pertama, jumlah sampel yang terbatas sehingga temuan yang diperoleh perlu digunakan secara berhati-hati untuk keperluan generalisasi. Kedua, tidak adanya penelitian sebelumnya sebagai pembanding baik dengan periode yang berbeda maupun jumlah sampel yang lebih banyak menyebabkan validasi, konfirmasi atau komparasi tidak mungkin dilakukan. Ketiga, penelitian ini hanya menggunakan empat variabel input dan dua variabel output sehingga beberapa variabel input atau output lain mungkin belum terakomodasi. Penulis mengharapkan, berdasarkan keterbatasan-keterbatasan yang ada, penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi dan dilanjutkan untuk penelitian-penelitian yang akan datang dengan variabel dan jumlah sampel yang berbeda.

Tabel 7. Efisiensi DMU (2007-2012) menurut kelompok (dalam %)

Terdaftar di BEI	Statistik	Kepemilikan		
		BUMN	Swasta	Asing
Ya	Min	66,55	65,77	NA
	Maks.	100,00	100,00	NA
	Rata-rata	98,16	84,65	NA
	Dev. Std.	7,08	11,37	NA
Tidak	Min	26,10	51,47	84,27
	Maks.	100,00	100,00	100,00
	Rata-rata	62,89	88,22	97,90
	Dev. Std.	22,98	13,51	4,63



Gambar 1. Efisiensi berdasarkan kategori kontraktor

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan empat variabel input dan dua variabel output yang dipilih, nilai efisiensi rata-rata kontraktor sampel selama periode penelitian 2007-2012 adalah 87,07% yang menunjukkan tingkat efisiensi relatif yang cukup baik. Meski demikian ada sejumlah kontraktor yang memiliki permasalahan serius dengan efisiensinya dari tahun ke tahun sehingga perlu melakukan perbaikan segera untuk mampu bersaing dengan kompetitor-kompetitornya.
2. Ada tiga *tier* kontraktor: *tier* pertama yang memiliki kinerja efisiensi terbaik adalah kontraktor BUMN yang terdaftar BEI dan perusahaan asing; *tier* kedua adalah kontraktor swasta baik yang terdaftar maupun tidak dalam BEI, dan *tier* ketiga atau kelompok berkinerja terendah adalah kontraktor BUMN yang belum terdaftar dalam BEI. Dengan demikian, kontraktor BUMN-BEI dianggap sudah mampu bersaing, bahkan lebih baik, dengan kontraktor asing.
3. Direktorat Jendral Bina Konstruksi di bawah Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat selaku pembina usaha konstruksi nasional dapat melakukan kajian *benchmarking* yang lebih komprehensif dengan melibatkan lebih banyak kontraktor dengan berbagai tipe organisasi dan kepemilikan. Tujuannya adalah untuk *positioning* kontraktor nasional dan sekaligus untuk mengukur kesiapan mereka menghadapi era pasar konstruksi yang lebih terbuka. Metode DEA dapat dijadikan alternatif yang fisibel untuk keperluan ini.

Daftar Pustaka

- Abduh, M. et al., 2007, Sistem Informasi Kinerja Industri Konstruksi: Kebutuhan akan Benchmarking dan Integrasi Informasi, *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil I*, 11-12 Mei 2007, Universitas Katolik Atma Jaya, Yogyakarta, 265-247.
- Al-Jarallah, M., 1983, Construction Industry in Saudi Arabia, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 109, No. 4, 355-368.
- Anand. G., Kodali, R., 2008, Benchmarking the Benchmarking Models, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 15, No.3, 257-291.
- Arsyad, M., Wibowo, A., 2013, Benchmarking Efisiensi Kontraktor Nasional dengan Data Envelopment Analysis, *Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS)*, 21 November, Institut Teknologi Bandung, 389-398.
- Banker, R.D. et al., 1984, Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in DEA, *Management Science*, Vol. 30, No 9, 1078-1092.
- Behin-Cara-Pajoh Research Center of Operation Research, 2014, Data Envelopment Analysis Online Software (<https://deaos.com>, diakses tanggal 18 Agustus 2014).
- Bogetoft, P., Otto, L., 2011, *Benchmarking with DEA, SFA, and R*, Springer, New York.
- Bowlin, W.F., 1998, Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA), *Journal of Cost Analysis* Vol. 15, No.2, 3-27.
- Camp, R., 1989, *Benchmarking: The Search for Industry Best Practices that Lead to Superior Performance*, Quarterly Press, Milwaukee.
- Carr, A.S., Pearson, J.N., 1999, Strategically Managed Buyer-Supplier Relationships and Performance Outcomes, *Journal of Operations Management*, Vol. 17, No. 5, 497-519.
- Charnes, A., et al., 1978, Measuring the Efficiency of Decision-making Units, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, No. 6, 429-444.
- Charnes, A., et al., 1985, *A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the US Air Forces*, *Annals of Operation Research*, Vol. 2, 95-112.
- Charnes, A., et al., 1994, *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Cooper, W.W., et al., 2011, Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations, Dalam Cooper, W.W. et al. (Eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Edisi Kedua, Springer, New York, 1-40.
- El-Mashaleh, M., et al., 2001, Envelopment Methodology to Measure and Compare Subcontractor Productivity at The Firm Level, *In IGLC -9: 9th International Group for Lean Construction Conference: Proceeding of the Ninth International Group for Lean Construction Conference*, Professional Activities Centre, Faculty of Engineering, National University of Singapore, Singapore, 1-17 (<http://cic.vtt.fi/lean/singapore/El-Mashelehetal.pdf>, diakses 8 September 2014).

- Emrouznejad, A., et al., 2008, Evaluation of Research in Efficiency and Productivity: A Survey and Analysis of the First 30 Years of Scholarly Literature in DEA, *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 42, No.3, 151-157.
- Fisher, D., et al., 1995, Benchmarking in Construction Industry, *Journal of Management in Engineering*, Vol. 11, No. 1, 50-57.
- Fong, S.W., et al., 1998, Benchmarking: A General Reading for Management Practitioners, *Management Decision*, Vol. 36, No. 6, 407-418.
- Frodell, M., 2010, Criteria for Achieving Efficient Contractor-Supplier Relations, *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 18, No. 4, 2011, 381-393.
- Hadad, M., et al., 2003, Analisis Efisiensi Industri Perbankan Indonesia: Penggunaan Metode Non Parametrik Data Envelopment Analysis (DEA), (<http://www.bi.go.id/NR/rdonlyres/E5610BE0-6CC1-4161-AFE9-F8116800B44B/7829/Penggm metodeparametrikDEA.pdf>, diakses tanggal 20 Mei 2013).
- Hudson, D., 1997, *Benchmarking Construction Project Execution*, PhD Dissertation, University of Texas at Austin, Austin, TX.
- Janda, S., Seshadri, S., 2001, The Influence of Purchasing Strategies on Performance, *Journal of Business & Industrial Marketing*, Vol. 16, No. 4, 294-308.
- Kim, I.S., Nam, Y.W., 2010, *The Management Efficiency Analysis of Construction Companies using Data Envelopment Analysis*, Korea Real Estate Academy (<http://scholar.dkyobobook.co.kr/searchDetail.laf?barcode=4010023114561>, diakses 8 September 2014).
- Kim, J.K., Kang, D.Y., 2008, Measuring Efficiency of Korean Apartment Construction Firms using DEA, *The Korea Contents Association*, Vol. 8, No. 7, 201-207.
- Kumbhakar, S.C., Lovell, C.A.K., 2000, *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kvam, P.H., Vidakovic, B., 2007, *Nonparametric Statistics with Applications to Science and Engineering*, Wiley, New York.
- Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi (2014). "Badan Usaha." (<http://www.lpj.ko.id>, diakses tanggal 18 Agustus 2014).
- Luo, X., Donthu, N., 2005, Assessing Advertising Media Spending Inefficiencies in Generating Sales, *Journal of Business Research*, Vol. 58, No.1, 28-36.
- Mayo, R.E., Liu, G., 1995, Reform Agenda of Chinese Construction Industry, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 121, No. 1, 80-85.
- Nguyen, K.M., Long, G.T., 2005, Efficiency of Construction Firms in Vietnam, Dalam Nguyen, K.M. dan Long, G.T. (Eds.), *Technical Efficiency and Productivity Growth in Vietnam: Parametric and Non-parametric Analyses*, 44-59 (<http://mpr.ub.uni-muenchen.de/968/>, diakses 8 September 2014).
- Park, J.L., et al., 2011, Measuring Relative Efficiency of Korean Construction Company using DEA, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 60, No. 138, 728 - 732.
- Pusat Pembinaan Usaha dan Kelembagaan, 2013, *Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah 2012*, Pusat Pembinaan Usaha dan Kelembagaan Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ramanathan, R., 2003, *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement*, Sage Publications, New Delhi.
- Soemardi, B.W., Fajri, A.R., 2013, Alternative Performance Measurement for Road Management Agencies using Data Envelopment Analysis Method, *Jurnal Teknik Sipil ITB*, Vol. 20, No. 3, 161-172.
- Thore, S.A.O., 2002, *Technology Commercialization: DEA and Related Analytical Methods for Evaluating the Use and Implementation of Technical Innovation*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Wang, Y-S., 1998, *An Analysis of the Technical Efficiency in Hong Kong's Construction Industry*, Department of Real Estate & Construction, The University of Hong Kong (<http://hub.hku.hk/bib/B31239420>, diakses tanggal 8 September 2014).
- Xue, X.L., et al., 2008, Measuring the Productivity of the Construction Industry in China by Using DEA-based Malmquist Productivity Indices, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 134, No. 1, 64-71.
- Zhu, J., 2003, *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets and DEA Excel Solver*, Kluwer Academic Publishers, Boston.

Lampiran:

**Nama Kontraktor yang Memenuhi Persyaratan
Sebagai Sampel**

Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.
PT Abadi Prima Inti Karya
PT ACE Engineering & Construction
PT ACSET Indonusa
PT Adhi Karya
PT Ananta Jaya Pradana
PT Andi Tama Wahana Sejahtera
PT Balfour Beatty Sakti Indonesia
PT BAM Decorient Indonesia
PT Bangun Andalan Perkasa
PT Brantas Abipraya
PT Daya Hasta Multi Perkasa
PT Dirga Mulya Yasa
PT Djasa Ubersakti,
PT Emsindo Pola Citra
PT Gedung Bank EXIM
PT Gita Kencana Putra
PT Graha Indomakro
PT Gunamandiri Teknikon
PT Hutama Karya
PT Indomuda Satria Internusa
PT Istaka Karya
PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama
PT Jaya Obayashi
PT Karya Bangun Gunatama
PT Limajabat Jaya
PT Linggajati Al-Manshurin
PT Madona Jaya Abadi
PT Mangkubwana Hutama Jaya
PT Medal Alamsari
PT Meitama Abadi
PT Menara Agung Pusaka
PT Multi Structure
PT Multibangun Adhitama Konstruksi
PT Nindya Karya
PT Nusa Konstruksi Enjiniring
PT Nusa Raya Cipta
PT Pembangunan Perumahan
PT Pulau Intan Bajaperkasa Konstruksi
PT Raka Utama
PT Rimbanusa Pikantimas
PT Satyamitra Surya Perkasa
PT Sigmagraha Arkananta
PT Simbara Kirana
PT SMCC Utama Indonesia
PT Ssangyong Konstruksi Indonesia
PT Surya Semesta Internusa
PT Tatamulia Nusantara Indah
PT Tehate Putra Tunggal
PT Thiess Contractors Indonesia
PT Tobatakkas Abadi
PT Total Bangun Persada
PT Unitech Indonesia

PT Uniteknindo Inti Sarana
PT Waskita Karya
PT Wijaya Karya
PT. Virama Karya
Shimizu Corporation
Sumitomo Heavy Industries, Ltd.
Tekken Corporation