

MODEL INTEGRASI 2 STAGE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS-MONTE CARLO UNTUK PEMILIHAN PARTNER SUBKONTRAK

Maulin Masyito Putri

Departemen Teknik Logistik, Universitas Internasional Semen Indonesia
Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk., Jl. Veteran, Sidokumpul, Gresik 61122
Email:maulin.putri@uisi.ac.id

ABSTRAK

Dengan pertimbangan lebih murah, seringkali pembuatan produk secara subkontrak menjadi pilihan. Selama ini pemilihan subkontraktor hanya didasarkan pada harga kontrak termurah yang ditawarkan. Ternyata tidak cukup, masih ada beberapa variable masukan dan variable keluaran yang harus diperhatikan. Sejauh ini metoda yang ada masih mempunyai beberapa kelemahan. Model klasik DEA sering gagal bekerja secara efektif karena sangat sensitif dengan perubahan statistik. Sementara itu metode AHP dan DEMATEL tidak sesuai ketika dijumpai frekuensi resiko bulanan yang tidak sama. Sehingga perlu dikembangkan metoda baru, yaitu integrasi 2 Stage Data Envelopment Analysis (DEA)-Monte Carlo. Dengan menggunakan bantuan simulasi berbasis VBA-excel, dapat disimpulkan bahwa partner subkontrak yang paling tepat untuk proses *UV* adalah DMU 1A (Central Coating) sedangkan partner subkontrak untuk proses *embossed* adalah DMU 1B (Super Indah Langgeng) dan partner subkontrak proses *laminating* yang paling tepat adalah DMU 1C (Central Coating), masing-masing memiliki produktivitas terbaik dengan tingkat resiko yang rendah.

Kata Kunci: 2 Stage DEA-Monte Carlo, Pemilihan Subkontraktor, Produktivitas

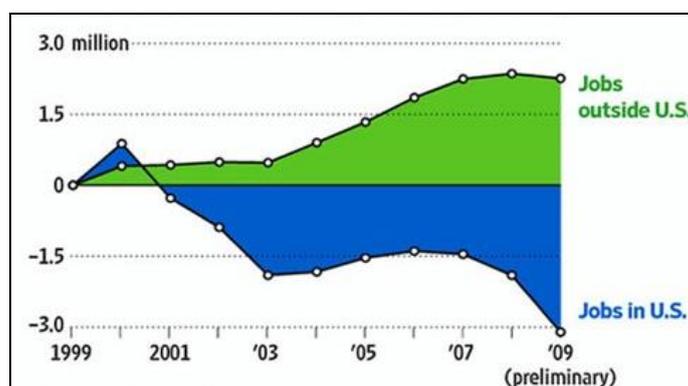
ABSTRACT

With cheaper consideration, product subcontracting often becomes an option. So far the selection of subcontractors is based solely on the price of the cheapest contract offered. Apparently not enough, there are still some input and output variables that must be considered. So far, the existing methods still have some weaknesses. The classic DEA model often fails to work effectively because it is very sensitive to statistical changes. Meanwhile the AHP and DEMATEL methods are not appropriate when the unequal monthly risk frequency is encountered. So we need to develop new method, that is integration 2 Stage Data Envelopment Analysis (DEA) -Monte Carlo. Using VBA-excel based simulation assistance, it can be concluded that the most appropriate subcontract partner for UV process is DMU 1A (Central Coating) while subcontract partner for embossed process is DMU 1B (Super Indah Langgeng) and the most appropriate subcontracted laminating process partner is DMU 1C is (Central Coating), each having the best productivity with low risk level.

Key Word: Subcontract Selection, Efficiency, Productivity, 2 Stage DEA-Monte Carlo

PENDAHULUAN

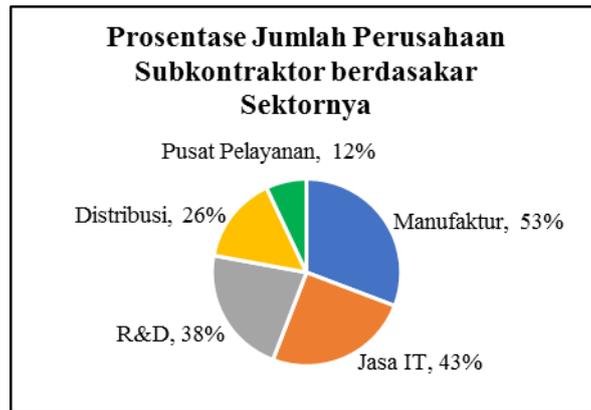
Perkembangan teknologi yang terus meningkat mendukung ketatnya persaingan antar pengelola bisnis. Hal ini menuntut para pengelola bisnis untuk menciptakan strategi baru dan metode baru dalam pengelolaan aliran produk dan informasi. Untuk mengatur aliran material dan informasi antar *channel* tersebut perlu adanya suatu sistem manajemen yang disebut dengan manajemen rantai pasok (*supply chain management*). Manajemen rantai pasok merupakan metode pengelolaan aliran produk, informasi dan uang yang terintegrasi dan melibatkan pihak-pihak dari hulu ke hilir mulai dari supplier hingga produk sampai di tangan pelanggan (Pujawan, 2010). Namun dalam penerapannya, tidak semudah seperti pengelolaan aktifitas-aktifitas dalam sebuah perusahaan. Ketika dilakukan pertimbangan aliran material dan informasi dari hulu ke hilir maka akan ditemukan permasalahan dengan kompleksitas yang semakin tinggi dan hambatan yang ditemui juga semakin banyak. Diantaranya adalah adanya ketidakpastian *supply* dan *demand*, pendeknya siklus hidup suatu produk dan perubahan harga yang fluktuatif.



Gambar 1 Perkembangan Penggunaan Subkontrak oleh Perusahaan Multinasional di U.S. (Jilani, 2011)

Salah satu strategi untuk menghadapi hambatan tersebut yang saat ini dilakukan oleh banyak pelaku bisnis di dunia khususnya Negara di benua Eropa dan Amerika adalah subkontrak. Subkontrak merupakan pengalihan beberapa proses bisnis kepada badan penyedia jasa yang merupakan rekan kerja dari perusahaan dan telah membuat kesepakatan mengenai kriteria-kriteria bisnis yang akan dijalankan (Suwondo, 2003). Subkontrak banyak dipilih karena dapat mengurangi dan mengendalikan biaya-biaya operasional dan mendapat sumber daya berkualitas tanpa perlu mengeluarkan biaya untuk pengadaan sumber daya (Suwondo, 2003). Hal ini terbukti dengan peningkatan penggunaan subkontrak oleh perusahaan di U. S. tiap tahunnya seperti yang dijelaskan pada Gambar 1.

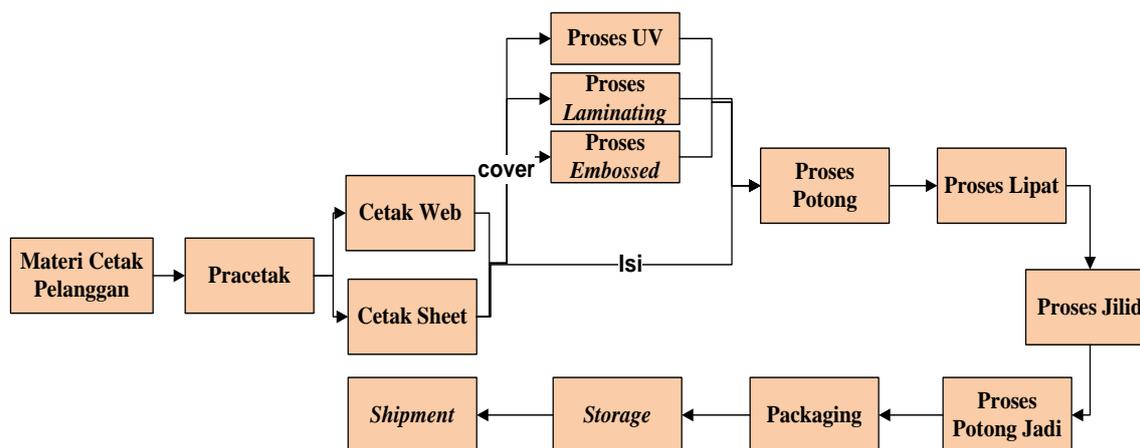
Sektor yang paling banyak disubkontrakan adalah proses manufaktur, seperti yang dijelaskan pada Gambar 2. Dan menurut hasil survei Statistic Brain (2017) proses manufaktur paling banyak disubkontrak dibandingkan sektor lain seperti yang dijelaskan pada Gambar 2. Salah satu perusahaan multinasional yang menerapkan subkontrak dalam proses manufakturnya adalah perusahaan Apple.



Gambar 2. Prosentase Jumlah Perusahaan Subkontraktor berdasarkan Sektornya (Brain, 2017)

Sedangkan pelaku bisnis Indonesia juga banyak yang menerapkan subkontrak. Hal ini dikarenakan banyak perusahaan luar negeri yang menjadikan Indonesia menjadi tujuan subkontrak kedua di dunia setelah India (Brain, 2017). Namun berdasarkan Permenakertrans No 19 Tahun 2012 terdapat lima jenis pekerjaan yang bisa disubkontrakan yaitu jasa kebersihan, keamanan, transportasi, catering dan jasa penunjang migas pertambangan. Sementara untuk pekerjaan di luar lima pekerjaan yang disebutkan dalam peraturan tersebut, subkontrak diperbolehkan dengan bentuk pemborongan yang dilakukan oleh rekan kerja perusahaan sebagai sub kontrak dan karyawan sub kontrak perusahaan atau dikenal dengan Perjanjian Kerja Waktu Tertentu (PKWT) dimana aktifitas yang dilakukan di luar *core bisnis*. Namun penggunaan subkontrak tidak terlepas dengan adanya risiko pada setiap aktifitasnya. Salah satu permasalahan yang dihindari oleh perusahaan adalah adanya penarikan kembali produk yang telah diluncurkan ke pasar karena ada kesalahan pada material atau proses pengiriman yang tidak diketahui oleh perusahaan sehingga membuat produk tidak layak untuk dipasarkan. Selain menanggung kerugian biaya produksi dan biaya pengiriman, nama perusahaan tercoreng sehingga perusahaan juga kehilangan kepercayaan konsumen. Karena itu perlu pemilihan partner subkontrak yang memiliki biaya terendah dan dapat bekerja secara efisien dalam menanggulangi risiko-risiko tersebut.

Pada penelitian ini menggunakan sebuah perusahaan percetakan sebagai obyek penelitannya. Perusahaan tersebut melayani jasa cetak buku, majalah, tabloid, koran dan brosur dan melayani pelanggan area Jawa dan Bali. Proses produksi dari setiap pesanan berbeda-beda, hal ini disesuaikan dengan spesifikasi dari pesanan tersebut. Aliran proses produksi secara umum dijelaskan pada Gambar 3. Karena variasi produk yang dihasilkan sangat tinggi, perusahaan menggunakan jasa subkontrak pada beberapa proses manufakturnya diantaranya proses *laminating*, *UV* dan *embossed*. Perusahaan tersebut memiliki banyak partner subkontrak untuk masing-masing proses. Sebelumnya, perusahaan memilih partner subkontrak berdasarkan harga terendah yang ditawarkan oleh partner subkontrak. Namun jumlah produk cacat yang dihasilkan sangat tinggi, sehingga biaya total subkontrak bertambah. Karena itu perlu adanya metode baru dalam penentuan partner subkontrak. Faktor yang dipertimbangkan harus dikembangkan, tidak hanya mempertimbangkan harga terendah. Metode yang sering digunakan dalam pemilihan dengan banyak kriteria diantaranya metode Analytic Hierarchy Process (AHP), Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Model (DEMATEL),



Gambar 3. Aliran Proses Produksi secara Umum

Data Envelopment Analysis (DEA), dan simulasi Monte Carlo. Adanya kemungkinan frekuensi terjadinya risiko tiap tahun atau bulannya tidak sama, sehingga untuk metode AHP dan DEMATEL tidak sesuai dengan permasalahan ini karena kedua metode tersebut tidak dapat mengatasi risiko yang bersifat dinamis. Sedangkan metode simulasi menggunakan data real yang menyatakan frekuensi terjadinya risiko dan dampaknya. Selain itu simulasi juga memberikan fleksibilitas cukup tinggi, dapat menyelesaikan masalah yang rumit dan dapat menghasilkan hasil yang akurat karena banyaknya program simulasi yang terus dikembangkan. DEA model klasik sering gagal bekerja secara efektif karena DEA model klasik sangat sensitif dengan perubahan statistik (Yang, 2009). Karena hal itu, digunakan metode Monte Carlo untuk memastikan apakah hasil dari simulasi DEA konsisten. Selain itu juga menggunakan model 2 stage DEA untuk mengetahui perubahan apa yang perlu dilakukan oleh partner subkontrak agar dapat memenuhi efisiensi total.

MATERI DAN METODA

Penentuan *Decision Making Unit* (DMU)

Dari beberapa partner subkontrak yang dimiliki perusahaan tersebut, dipilih lima partner subkontrak yang menjadi kandidat terpilih atau sebagai DMU. Penentuan dilakukan berdasarkan frekuensi penggunaan subkontrak selama enam bulan terakhir. 5 DMU untuk setiap jenis proses dijelaskan pada Tabel 1.

Penentuan Variabel Penelitian

Variabel yang dimaksud dalam penelitian ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan partner subkontrak. Variabel yang digunakan dibedakan menjadi dua yaitu variabel masukan (*input*) dan variabel keluaran (*output*).

Menurut Olson (2008) variabel masukan yang dapat digunakan untuk memilih perusahaan subkontrak yang tepat diantaranya adalah *accept rate* dan maksimum *lot size*. Selain itu juga bisa menggunakan variabel masukan terkait dengan risiko produksi seperti *reject rate* dan kondisi organisasi (Olson, 2011). Sedangkan variabel keluaran menurut Olson (2008) diantaranya adalah harga yang ditawarkan oleh partner subkontrak dan ketepatan waktu pengiriman (*on time rate*). Variabel keluaran lainnya.

Tabel 1 Rekapitulasi Variabel Masukan Tiap DMU

| DMU | Nama Perusahaan | Jumlah Kerjasama selama 6 Bulan | Proses |
|--------|----------------------|---------------------------------|--------------------------|
| DMU 1A | Central Coating | 270 | Proses UV |
| DMU 2A | Super Indah Langgeng | 75 | |
| DMU 3A | Pelangi | 33 | |
| DMU 4A | Super Lamindo | 21 | |
| DMU 5A | Inter Nusa | 17 | |
| DMU 1B | Super Indah Langgeng | 168 | Proses Embossed |
| DMU 2B | Super Lamindo | 54 | |
| DMU 3B | Mawar Indah | 13 | |
| DMU 4B | Indo Surya | 13 | |
| DMU 5B | Diigital Republica | 10 | |
| DMU 1C | Central Coating | 210 | Proses Laminating |
| DMU 2C | Super Indah Langgeng | 45 | |
| DMU 3C | Super Lamindo | 18 | |
| DMU 4C | Inter Nusa | 15 | |
| DMU 5C | Pelangi | 12 | |

adalah kondisi pemerintahan dan nilai tukar mata uang tiap negara DMU (Olson, 2011). Dari hasil validasi dengan manajemen produksi didapatkan kesimpulan bahwa variabel masukan yang digunakan adalah *accept rate* dan maksimum *lot size*. Sedangkan variabel keluarannya adalah *on time rate*. Hasil dari pengumpulan data ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3

Tabel 2. Rekapitulasi Variabel Masukan Tiap DMU

| DMU | Accept Rate | Maksimum Lot Size (x 107cm ²) | Proses |
|--------|----------------------|---|-------------------|
| DMU 1A | Normal(0.982;0.0046) | 2 | <i>UV</i> |
| DMU 2A | Normal(0.972;0.0063) | 1.5 | |
| DMU 3A | Normal(0.959;0.0054) | 1 | |
| DMU 4A | Normal(0.963;0.0068) | 1 | |
| DMU 5A | Normal(0.963;0.0063) | 0.8 | |
| DMU 1B | Normal(0.988;0.0049) | 1.5 | Embossed |
| DMU 2B | Normal(0.975;0.0047) | 1 | |
| DMU 3B | Normal(0.959;0.0028) | 0.5 | |
| DMU 4B | Normal(0.962;0.0058) | 1 | |
| DMU 5B | Normal(0.962;0.0015) | 0.5 | |
| DMU 1C | Normal(0.978;0.0064) | 2 | Laminating |
| DMU 2C | Normal(0.974;0.0025) | 1 | |
| DMU 3C | Normal(0.960;0.0038) | 0.75 | |
| DMU 4C | Normal(0.961;0.0032) | 1 | |
| DMU 5C | Normal(0.958;0.0038) | 1.5 | |

Tabel 3. Rekapitulasi Variabel Keluaran Tiap DMU

| DMU | Harga + PPN (20%) | On time rate | Proses |
|--------|-------------------|--------------|------------|
| DMU 1A | 0.07 | 0.9037 | |
| DMU 2A | 0.11 | 0.76 | |
| DMU 3A | 0.12 | 0.697 | UV |
| DMU 4A | 0.13 | 0.619 | |
| DMU 5A | 0.14 | 0.7059 | |
| DMU 1B | 25.2 | 0.8333 | |
| DMU 2B | 25.2 | 0.7593 | |
| DMU 3B | 27.6 | 0.5385 | Embossed |
| DMU 4B | 25.2 | 0.7692 | |
| DMU 5B | 27.6 | 0.5 | |
| DMU 1C | 0.24 | 0.8524 | |
| DMU 2C | 0.23 | 0.8444 | |
| DMU 3C | 0.26 | 0.8333 | Laminating |
| DMU 4C | 0.24 | 0.7333 | |
| DMU 5C | 0.25 | 0.75 | |

Pengolahan Data dengan Model Simulasi DEA – CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) Primal (1st Stage)

Model DEA-CCR primal bertujuan untuk menghitung nilai efisiensi relatif setiap DMU (Cooper, 2002). Karena nilai variabel *accept rate* berupa distribusi maka dilakukan *generate random* nilai dari variabel *accept rate*. Berikut Model DEA-CCR primal (Cooper, 2002) :

Fungsi Tujuan

$$\text{maksimum } z = \sum_{r=1}^s v_r y_{ro} \quad (1)$$

Batasan

$$\sum_{r=1}^s v_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m u_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m u_i x_{i0} = 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Dimana :

u_i = bobot variabel masukan ke i , $i = 1, 2, 3, \dots, m$

v_r = bobot variabel keluaran ke r , $r = 1, 2, 3, \dots, s$

x_{ij} = nilai variabel masukan ke i untuk DMU ke j

y_{rj} = nilai variabel keluaran ke r untuk DMU ke j

Pengolahan Data dengan Model Simulasi DEA – CCR Dual (2nd Stage)

Model DEA-CCR dual bertujuan untuk menguji kekuatan efisiensi tiap DMU (Cooper, 2002). Dea model ini akan didapatkan nilai perubahan variabel masukan dan keluaran

agar nilai efisiensinya berubah menjadi 1. Berikut Model DEA-CCR dual (Cooper, 2002):

Fungsi Tujuan

$$\text{minimum } \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (2)$$

Batasan

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s;$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \forall i, j, r$$

Dimana

- n = jumlah DMU
- x_{ij} = nilai *input* i pada DMU j;
j = 1, 2, ..., n ; i = 1, 2, ..., m
- m = jumlah jenis *input*
- y_{rj} = nilai *output* r pada DMU j;
j = 1, 2, ..., n ; r = 1, 2, ..., s
- s = jumlah jenis *output*
- s^+, s^- = variabel *slack* yang ditambahkan pada variable *input* dan *output*
- λ_j = bobot untuk DMU j; j = 1, 2, ..., n

Nilai perbaikan variabel dapat diperoleh dengan formulasi sebagai berikut :

$$x_{ij}^* = \theta * x_{ij} - s_i^- \quad (3)$$

$$y_{ij}^* = y_{ij} + s_i^+$$

Simulasi Monte Carlo

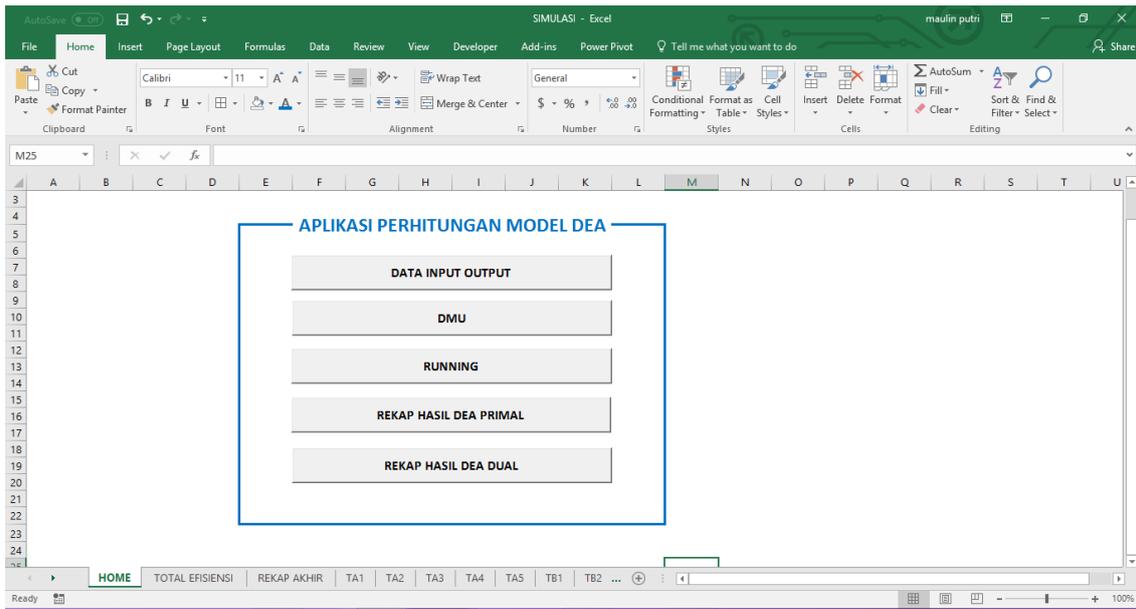
Simulasi Monte Carlo dilakukan pada variabel yang sangat mempengaruhi fungsi tujuan DEA – CCR Primal. Terdapat beberapa langkah dalam melakukan simulasi Monte Carlo (Nasution, 2007) diantaranya adalah:

1. Observasi parameter yang akan dimodelkan
2. Hitung frekuensi tiap nilai parameternya
3. Hitung distribusi frekuensi kumulatif dan distribusi probabilitas kumulatifnya.
4. Buat interval dari tiap parameter.
5. Tentukan nilai secara acak.
6. Lakukan simulasi beberapa kali.

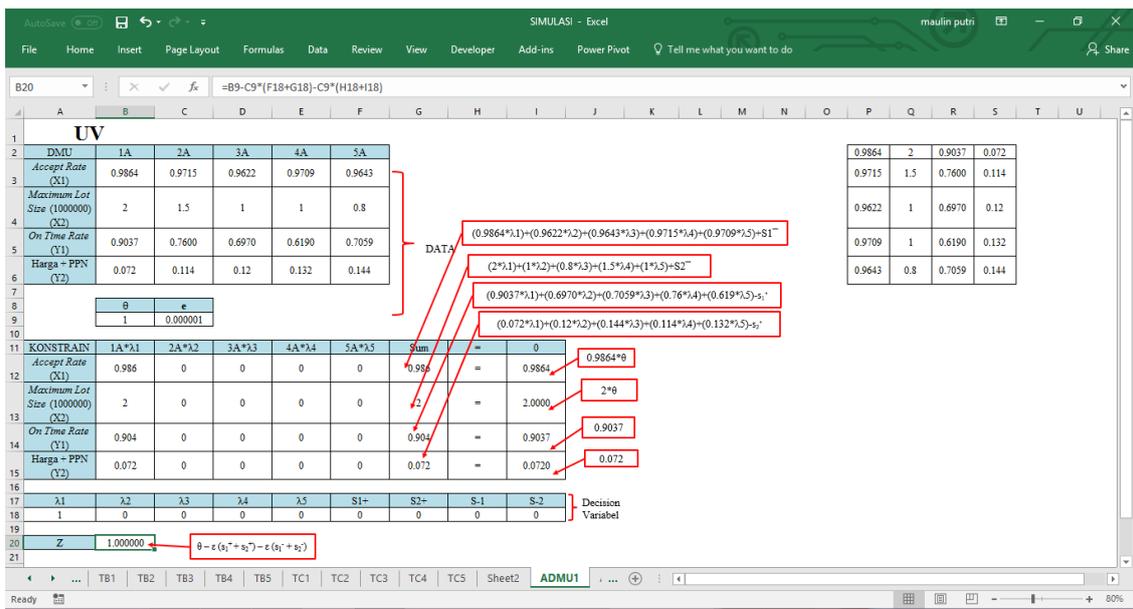
Setelah dilakukan simulasi Monte Carlo, kemudian dilakukan simulasi sensitivitas untuk mengetahui besar kontribusi tiap DMU terhadap parameter yang ditetapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memudahkan menjalankan model DEA primal dan dual, dalam penelitian ini menggunakan aplikasi simulasi DEA berbasis VBA-Excel seperti pada Gambar 4. Contoh tampilan hasil running sebuah DMU dijelaskan pada Gambar 5. Dan hasil running model DEA primal dan dual dijelaskan pada Tabel 4 dan Gambar 6.



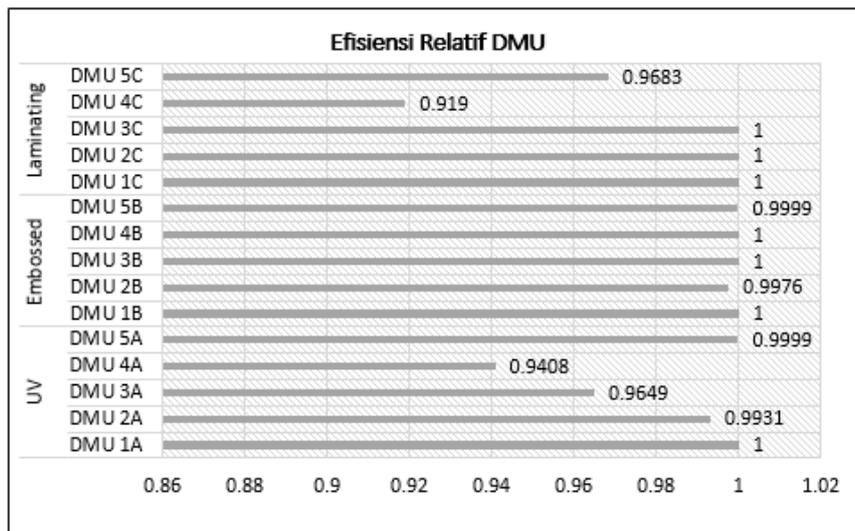
Gambar 4. Aplikasi Simulasi DEA Primal-Dual Berbasis VBA-Excel



Gambar 5. Contoh Tampilan Aplikasi Hasil Running Satu DMU

Tabel 4. Rekapitulasi Pengolahan Data dengan Model DEA – CCR Dual

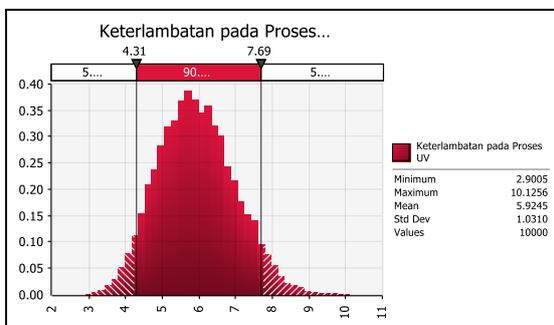
| Proses | DMU | Efisiensi | S1+ | S2+ | S1- | S2- | Keterangan | X1 | X2 | Y1 | Y2 | X1* | X2* | Y1* | Y2* |
|------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| UV | DMU 1A | 1.0000 | 0 | 0 | 0 | 0 | Efisien Kuat | 0.986 | 2.000 | 0.904 | 0.072 | 0.986 | 2.000 | 0.904 | 0.072 |
| | DMU 2A | 0.9931 | 0 | 3.24E-10 | 0 | 0.2718964 | Tidak Efisien | 0.964 | 1.500 | 0.760 | 0.114 | 0.964 | 1.228 | 0.760 | 0.114 |
| | DMU 3A | 0.9649 | 5.499E-07 | 0.00203 | 0 | 0 | Tidak Efisien | 0.940 | 1.000 | 0.697 | 0.120 | 0.940 | 1.000 | 0.697 | 0.122 |
| | DMU 4A | 0.9408 | 0.0280112 | 8.68E-11 | 0 | 0.2074947 | Tidak Efisien | 0.956 | 1.000 | 0.619 | 0.132 | 0.956 | 0.793 | 0.647 | 0.132 |
| | DMU 5A | 0.9999 | -1.07E-14 | -2.16E-15 | 0 | 0 | Tidak Efisien | 0.964 | 0.800 | 0.706 | 0.144 | 0.964 | 0.800 | 0.706 | 0.144 |
| Embossed | DMU 1B | 1.0000 | -2.28E-17 | 0 | -4.9E-17 | 0 | Efisiensi Lemah | 0.993 | 0.500 | 0.538 | 27.600 | 0.993 | 0.500 | 0.538 | 27.600 |
| | DMU 2B | 0.9976 | 1.966E-06 | 0 | 0 | 3.019E-07 | Tidak Efisien | 0.975 | 0.500 | 0.500 | 27.600 | 0.975 | 0.500 | 0.500 | 27.600 |
| | DMU 3B | 1.0000 | 0 | 0 | 0.0104284 | 0 | Efisiensi Lemah | 0.959 | 1.000 | 0.769 | 25.200 | 0.948 | 1.000 | 0.769 | 25.200 |
| | DMU 4B | 1.0000 | 0 | 0 | 0 | 0 | Efisiensi Kuat | 0.958 | 1.500 | 0.833 | 25.200 | 0.958 | 1.500 | 0.833 | 25.200 |
| | DMU 5B | 0.9999 | 0 | 0 | 0.0047525 | 0 | Tidak Efisien | 0.961 | 1.000 | 0.759 | 25.200 | 0.956 | 1.000 | 0.759 | 25.200 |
| Laminating | DMU 1C | 1.0000 | 0 | 0 | 0 | 0 | Efisiensi Kuat | 0.973 | 2.000 | 0.852 | 0.240 | 0.973 | 2.000 | 0.852 | 0.240 |
| | DMU 2C | 1.0000 | 0.1119575 | 0.0219599 | 0 | 0 | Efisiensi Lemah | 0.972 | 1.000 | 0.733 | 0.240 | 0.972 | 1.000 | 0.845 | 0.262 |
| | DMU 3C | 1.0000 | 0 | 0 | 0 | 0 | Efisiensi Kuat | 0.962 | 1.500 | 0.750 | 0.252 | 0.962 | 1.500 | 0.750 | 0.252 |
| | DMU 4C | 0.9190 | 0 | 4.682E-14 | 0 | 0 | Tidak Efisien | 0.956 | 1.000 | 0.844 | 0.228 | 0.956 | 1.000 | 0.844 | 0.228 |
| | DMU 5C | 0.9683 | 0 | 0 | 0 | 1.981E-14 | Tidak Efisien | 0.968 | 0.750 | 0.833 | 0.264 | 0.968 | 0.750 | 0.833 | 0.264 |



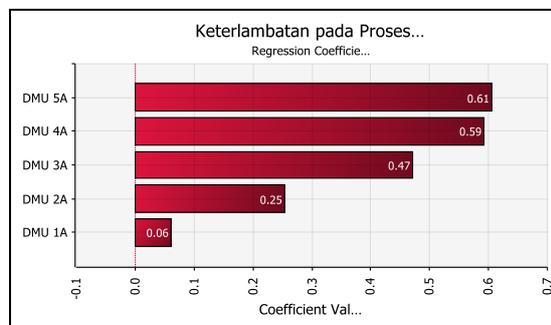
Gambar 6. Efisiensi DMU Hasil Running DEA Primal

Dari Gambar 6 terlihat bahwa partner subkontrak proses *UV* yang paling efisien adalah DMU 1A. Sedangkan partner subkontrak proses *UV* yang tidak efisien atau yang memiliki nilai efisiensi relatif kurang dari satu ada empat DMU yaitu DMU 2A, DMU 3A, DMU 4A dan DMU 5A. Hal yang berbeda ditunjukkan pada proses *embossed*. Dari Gambar 6 juga terlihat bahwa partner subkontrak proses *embossed* yang paling efisien ada tiga DMU yaitu DMU 1B, DMU 3B dan DMU 4B. Sedangkan partner subkontrak proses *embossed* yang tidak efisien atau yang memiliki nilai efisiensi relatif kurang dari satu ada dua DMU yaitu DMU 2B dan DMU 5B. Hal yang berbeda juga ditunjukkan pada proses *laminating*. Selain itu partner subkontrak proses *laminating* yang paling efisien ada tiga DMU yaitu DMU 1C, DMU 2C dan DMU 3C. Sedangkan partner subkontrak proses *laminating* yang tidak efisien atau yang memiliki nilai efisiensi relatif kurang dari satu ada dua DMU yaitu DMU 4C dan DMU 5C.

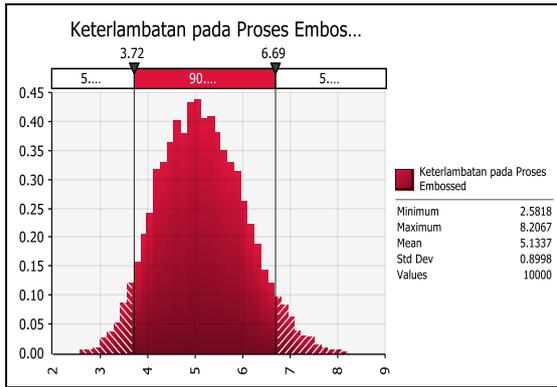
Simulasi dilakukan pada variabel yang mempengaruhi fungsi tujuan pada model DEA – CCR Primal dimana terdapat dua variabel penting yaitu harga dan *on time rate*. Untuk variabel *on time rate* dilakukan simulasi pada data probabilitas keterlambatan dan lama keterlambatan. Tujuan simulasi ini adalah untuk mengetahui DMU yang memiliki risiko keterlambatan paling besar. Hasil simulasi Monte Carlo beserta simulasi sensitivitas dijelaskan pada Gambar 2 dan Gambar 7.



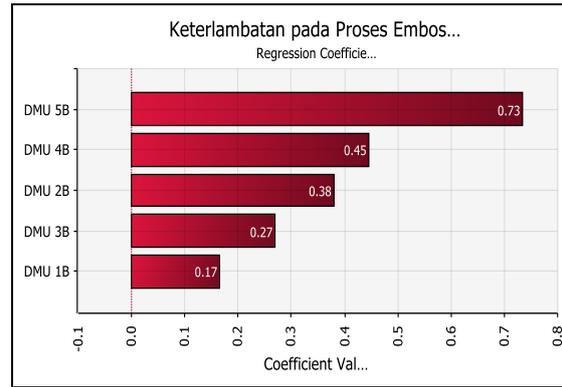
Gambar 2 Hasil Simulasi Monte Carlo Variabel Keterlambatan Proses *UV*



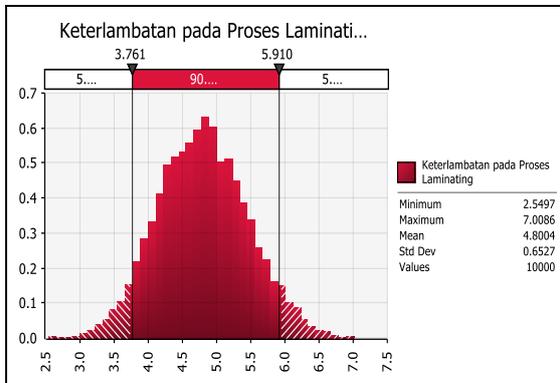
Gambar 3 Hasil Simulasi Sensitivitas Variabel Keterlambatan Proses *UV*



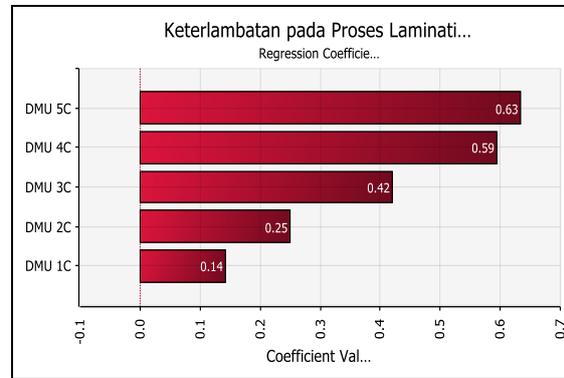
Gambar 4 Hasil Simulasi Monte Carlo Variabel Keterlambatan Proses *Embossed*



Gambar 5 Hasil Simulasi Sensitivitas Variabel Keterlambatan Proses *Embossed*



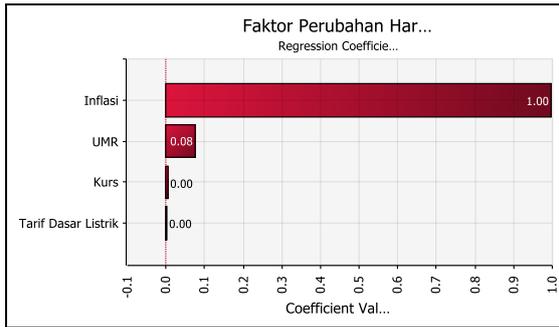
Gambar 6 Hasil Simulasi Monte Carlo Variabel Keterlambatan Proses *Laminating*



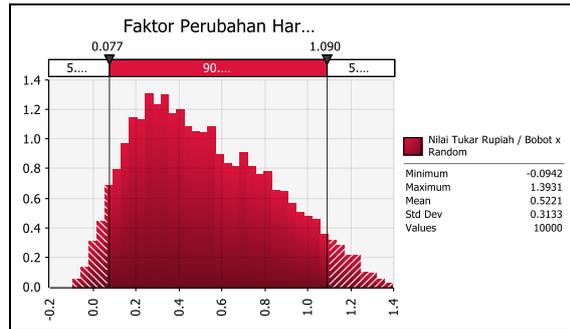
Gambar 7 Hasil Simulasi Sensitivitas Variabel Keterlambatan Proses *Laminating*

Dari Gambar 2 dan Gambar 3 diketahui bahwa nilai total minimum keterlambatan DMU proses *UV* adalah 2.9005 jam dan nilai total maksimumnya 10.1256 jam. DMU 1A memiliki kontribusi terkecil dan DMU 5A memiliki kontribusi terbesar. Sedangkan untuk proses *embossed* adalah 2.5818 jam dan nilai total maksimumnya 8.2067 jam. DMU 1B memiliki kontribusi terkecil dan DMU 5B memiliki kontribusi terbesar seperti yang dijelaskan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Dan untuk proses *laminating*, dari Gambar 6 dan Gambar 7 diketahui bahwa nilai total minimum keterlambatan DMU selama 2.5497 jam dan nilai total maksimumnya 7.0086 jam. DMU 1C memiliki kontribusi terkecil dan DMU 5C memiliki kontribusi terbesar.

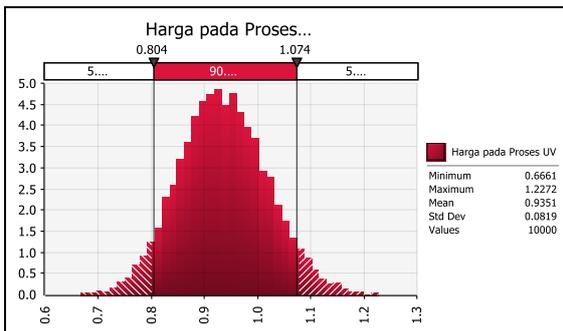
Sedangkan untuk variabel harga perlu memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perubahan harga diantaranya inflasi, kurs, upah minimum regional dan tarif dasar listrik. Kemudian dilakukan simulasi Monte Carlo dan sensitivitas pada faktor-faktor tersebut untuk mendapatkan faktor yang paling mempengaruhi dan besar perubahannya. Hasil simulasi pada faktor perubahan harga dijelaskan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



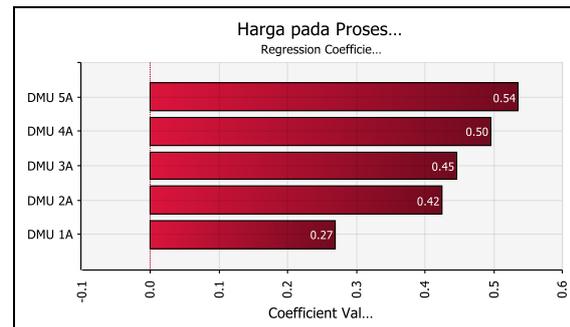
Gambar 8 Hasil Simulasi Sensitivitas Faktor Perubahan Harga



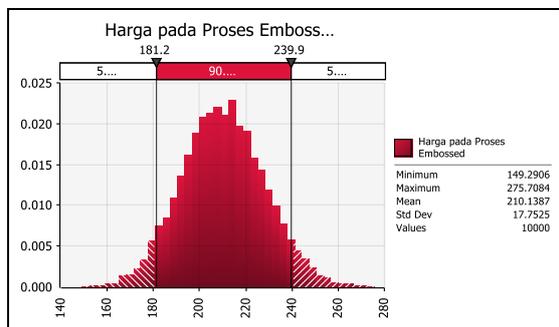
Gambar 9 Hasil Simulasi Monte Carlo Faktor Perubahan Harga



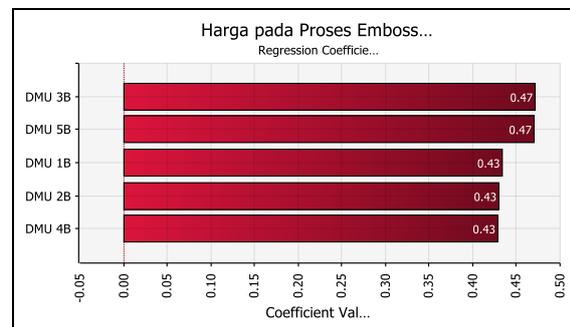
Gambar 10 Hasil Simulasi Monte Carlo Variabel Harga Proses UV



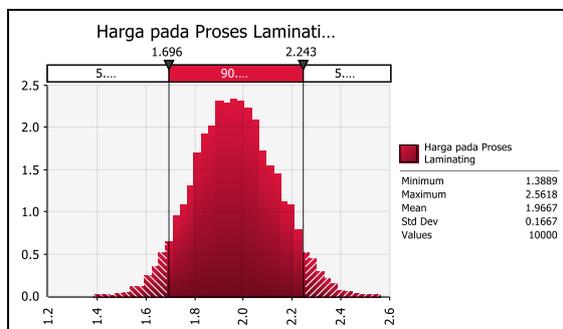
Gambar 11 Hasil Simulasi Sensitivitas Variabel Harga Proses UV



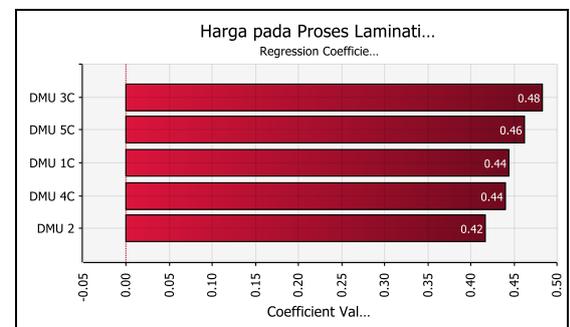
Gambar 12 Hasil Simulasi Monte Carlo Variabel Keterlambatan Proses Embossed



Gambar 13 Hasil Simulasi Sensitivitas Variabel Harga Proses Embossed



Gambar 14 Hasil Simulasi Monte Carlo Variabel Keterlambatan Proses Laminating



Gambar 15 Hasil Simulasi Sensitivitas Variabel Harga Proses Laminating

Dari Gambar 8 dan Gambar 9 diketahui bahwa kenaikan inflasi memiliki pengaruh besar terhadap perubahan harga. Nilai minimum perubahan harga sebesar -0.089 dan nilai maksimumnya adalah 1.3937. Data tersebut akan digunakan untuk menguji variabel harga pada DMU tiap proses dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 15. Dari Gambar 10 dan Gambar 11 diketahui bahwa nilai minimum harga total untuk proses UV semua DMU adalah 0.6661, sedangkan harga total maksimumnya adalah 1.2272. DMU 5A memiliki kontribusi terbesar dari pada DMU lainnya. Sedangkan dari Gambar 12 dan Gambar 13 untuk proses embossed, nilai minimum harga total adalah 149.2905 dan harga total maksimum adalah 275.7084. Dari hasil analisis sensitivitasnya, DMU 5B memiliki kontribusi terbesar. Dan untuk proses *laminating*, Gambar 14 dan Gambar 15 menunjukkan nilai minimum harganya adalah 1.3889, sedangkan harga total maksimum adalah 2.5618. DMU 5C yang memiliki kontribusi terbesar dari pada DMU lainnya.

KESIMPULAN

Proses pemilihan partner subkontrak penting dilakukan untuk meminimasi risiko dari subkontrak yang tidak diinginkan. Salah satunya dengan cara menguji efisiensi relatifnya yaitu dengan model DEA. Namun sering terjadi dominasi pada model DEA klasik karena besarnya koefisien yang dimiliki. Untuk menghindari kesalahan tersebut, maka perlu dilakukan simulasi monte carlo untuk melihat kecenderungan tersebut. Dari hasil model integrasi DEA-Monte Carlo dapat disimpulkan bahwa partner subkontrak yang paling tepat untuk proses UV adalah DMU 1A dengan koefisien keterlambatan 0.05 dan koefisien harga 0.27. Sedangkan partner subkontrak untuk proses *embossed* adalah DMU 1B dengan koefisien keterlambatan 0.17 dan koefisien harga 0.43. Dan partner subkontrak proses *laminating* yang paling tepat adalah DMU 1C dengan koefisien keterlambatan 0.14 dan koefisien harga 0.42. Untuk penelitian selanjutnya ingin dilihat pengaruh lingkungan dari perusahaan tersebut baik dari lingkungan di dalam perusahaan maupun dari lingkungan di luar perusahaan. Ada kemungkinan terdapat suatu kondisi yang menyebabkan sebuah DMU menghasilkan variabel masukan atau luaran yang besar ataupun kecil. Sehingga perlu adanya perlakuan khusus untuk variabel masukan dan keluarannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Brain, S. 2017. Job Overseas Outsourcing Statistics. [http://www. statisticbrain.com](http://www.statisticbrain.com).
- Cooper, W. W. S. L. M. & T. K., 2002. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. United States of America: Kluwer Academic Publishers .
- Jilani, Z. 2011. *Chart: Top 'U.S.' Corporations Outsourced More Than 2.4 Million American Jobs Over The Last Decade*. www.thinkprogress.org
- Nasution, A. H. d. B. I., 2007. *Simulasi Bisnis*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Olson, D. L. W. D. 2011. Risk Management Models For Supply Chain: A Scenario Analysis Of Outsourcing To China. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6):401–408.
- Olson, D. L. W. D., 2008. Supply Chain Risk, Simulation, and Vendor Selection. *International Journal Production Economics*, 114: 646-655.

- Olson, D. L. W. D., 2011. Risk Management Models For Supply Chain: A Scenario Analysis Of Outsourcing To China. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6): 401–408.
- Pujawan, I. N. and. E. M., 2010. *Supply Chain Management*. Edisi Kedua. Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Suwondo, C., 2003. *Subkontrak Implementasi di Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia.
- Yang, F. W. D. L. B. G. A. W. D. D. 2009. Supply Chain Dea: Production Possibility Set And Performance Evaluation Model. *Ann Oper Res* 2011: 185.