Optimasi Multirespon pada Metode Taguchi dengan Pendekatan *Data Envelopment Analysis* (DEA)

(Study Kasus Mesin *Wire*-EDM)

Aulia Rochmah, Dr.Sony Sunaryo, M.Si, Muhammad Sjahid Akbar, S.Si, M.Si
Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
*E-mail*: sonny\_s@statistika.its.ac.id, sjahidakbar@yahoo.co.id

*Abstrak*— *Wire-Electrical Discharge Machine* (EDM) merupakan salah satu jenis EDM yang banyak digunakan untuk membuat benda kerja seperti pahat potong. Wire-EDM menggunakan pahat kawat yang berbentuk silinder dengan diameter tertentu untuk membuat benda kerja. Pada beberapa proses pemesinan, produsen memerlukan sebuah pahat potong khusus yang harus dibuat sendiri karena tidak tersedia di pasaran. Penelitian ini menjelaskan tentang pendekatan yang efisiensi untuk memecahkan masalah multirespon dalam metode Taguchi dengan *Data Envelopment Analysis* formulasi agresif. Rancangan *Orthogonal Array* (OA) L8(27) untuk menentukan *Decision Making Unit* (DMU). Respon dalam penelitian ini adalah waktu pengerjaan, tebal lapisan *recast*, lebar pemotongan, dan kekasaran permukaan dengan karakteristik *smaller the better* (STB) sebagai input sedangkan menetapkan unit (satu) sebagai output. Hasil yang dapat disimpulkan yaitu seting kombinasi optimal dari parameter proses pada percobaan kinerja wire-EDM yang diperoleh yaitu seting kombinasi optimal berada pada kondisi Pengaruh *Open Voltage* dengan 18 volt, Pengaruh *Servo Voltage* dengan 44 volt dan Konsentrasi Serbuk Alumunium dengan 0,25 gr/liter. Hasil perhitungan nilai mean pada setiap level pada setingan kombinasi optimal untuk semua respon yaitu pengaruh on time dengan 8 ms, pengaruh open voltage dengan 18 volt, pengaruh arc on time dengan 6 ms, pengaruh off time dengan 18 ms, pengaruh servo voltage dengan 44 volt dan pengaruh serbuk alumunium dengan 0,25 gr/liter untuk metode DEA Agresif. Kesimpulan yang diperoleh DEA Agresif lebih baik digunakan dibandingkan dengan metode DEA.

*Kata-kata Kunci*— *Wire*-EDM, Taguchi Multirespon, *Data Envelopment Analysis* (DEA) Agresif, Tebal Lapisan *Recast*.

# PENDAHULUAN

K

UALITAS merupakan suatu kondisi dinamis yang berpengaruh dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan [1]. Sangatlah mustahil menghasilkan produk dan jasa yang berkualitas tanpa melalui manusia dan produk yang berkualitas. Kualitas yang bagus adalah jika kombinasi antar parameter prosesnya sesuai. Kombinasi yang optimal diperoleh dengan cara optimasi. Optimasi didefinisikan sebagai pencarian nilai-nilai variabel yang dianggap optimal, efektif dan efisien untuk mencapai hasil yang diinginkan. Masalah dalam optimasi sendiri beraneka ragam tergantung dari bidangnya. Secara khusus untuk bidang manufaktur pada mesin pahat potong seperti *wire*-EDM, penerapan optimasi pada *wire*-EDM adalah dengan cara memaksimumkan waktu pengerjaan, tebal lapisan *recast*, lebar pemotongan dan kekasaran permukaannya.

Banyak metode Taguchi yang telah digunakan terutama dengan satu respon, tetapi belakangan ini mulai muncul metode Taguchi dengan multirespon salah satunya adalah metode Data Envelopment Analysis (DEA). DEA dikembangkan sebagai model dalam pengukuran tingkat kinerja atau produktifitas/efisiensi sekelompok unit organisasi. Pengukuran efisiensi secara DEA dilakukan dengan mengidentifikasi unit-unit yang digunakan sebagai referensi yang dapat membantu mencari penyebab ketidakefisienan. Metode DEA sering digunakan dalam bidang manajemen karena pendekatan DEA tidak membutuhkan banyak informasi, sehingga lebih sedikit data yang dibutuhkan. Penelitian-penelitian tentang DEA yang telah dilakukan adalah [2] yang meneliti tentang Taguchi multirespon dengan menggunakan metode DEA dengan formulasi agresif dan [3] yang meneliti tentang metode DEA.

Penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Qibtiyah (2008) meneliti tentang penentuan seting beberapa faktor pada *wire*-EDM untuk mengoptimasi tebal lapisan *recast* dan waktu pengerjaan material. Masing-masing faktor diteliti dalam tiga level. Benda kerja dan elektroda yang digunakan adalah baja HSS dan kuningan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Box Behnken dan optimasi dilakukan dengan menggunakan metode permukaan respon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *on time*, *off time*, *main power supply current*, *main power supply voltage* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon yang diamati. Hasil penelitian juga menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara *on time* dengan *main power supply voltage* dan *main power supply current* dengan *main power supply voltage*. [4] meneliti tentang optimasi waktu pengerjaan baja HSS pada wire-EDM menggunakan metode Taguchi dengan menggunakan satu respon yaitu waktu pemotongan. Hasil yang diperoleh adalah ANOVA dari data yang diolah dengan respon *rasio signal to noise* menghasilkan variabel proses yang signifikan adalah *off time* dan *servo reference voltage*. *Setting* yang tepat dari variabel proses pada proses pemesinan *wire*-EDM untuk dapat mengoptimasi waktu potong adalah ON20FF1SV2AC1 yaitu *on time* 8 sekon, *off time* 12 sekon, *servo reference voltage* 44 volt, dan konsentrasi alumunium 0 cm31. Pada penelitian ini akan digunakan DEA formula agresif untuk mendapatkan kombinasi nilai yang optimum dari nilai kekasaran permukaan, tebal lapisan *recast*, lebar pemotongan dan waktu pengerjaan secara bersama.

# METODOLOGI PENELITIAN

## Variabel Penelitian

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari [5] mahasiswa ITS jurusan Teknik Mesin tahun 2010 dengan judul optimasi kekasaran permukaan, lebar lapisan recast, lebar pemotongan, dan waktu pengerjaan dalam cairan dielektrik yang mengandung serbuk alumunium pada wire-EDM menggunakan metode Taguchi. Variabel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1

 Variabel Penelitian

|  |  |
| --- | --- |
| Variabel | Keterangan |
| Y1 | Waktu Pengerjaan |
| Y2 | Tebal Lapisan *Recast* |
| Y3Y4 | Lebar PemotonganKekasaran Permukaan |

Variabel kontrol adalah sebagai berikut :

Tabel 2

Variabel Kontrol

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Faktor | Keterangan | Level | Ket |
| A | Pengaruh *on time* | 1 | 4 ms |
|  |  | 2 | 8 ms |
| B | Pengaruh *open voltage* | 1 | 12 volt |
|  |  | 2 | 18 volt |
| C | Pengaruh *arch on time* | 1 | 3 ms |
|  |  | 2 | 6 ms |
| D | Pengaruh *off time* | 1 | 12 ms |
|  |  | 2 | 18 ms |
| E | Pengaruh *servo voltage* | 1 | 38 volt |
|  |  | 2 | 44 volt |
| F | Pengaruh konsentrasi serbuk alumunium | 1 | 0,25 gr/liter |
|  | 2 | 1 gr/liter |

## Rancangan Orthogonal Array

Pada penelitian ini menggunakan *orthogonal* *array* yang diperoleh dari jumlah nilai derajat bebas dari faktor utama yaitu A + B + C + D + E + F = (2-1) + (2-1) + (2-1) + (2-1) + (2-1) + (2-1) = 6, karena L8 lebih besar dari jumlah derajat bebas faktor utama, maka menggunakan *orthogonal array* L8(27)

Dimana :

L : Menyatakan informasi tentang *Orthogonal Array.*

8 : Menyatakan banyaknya percobaan yang dibutuhkan ketika menggunakan *Orthogonal Array*.

7 : Menyatakan banyaknya faktor yang diamati dalam Orthogonal Array (kolom).

2 : Menyatakan banyaknya level pada setiap faktor.

Langkah analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian yakni sebagai berikut.

1. Menentukan setiap percobaan sebagai suatu DMU (*Decision Making Unit*). Jika semua respon adalah jenis *Smaller the Better* (STB) maka semua respon sebagai *input*, sedangkan menetapkan unit (satu) sebagai *output*. Pada penelitian ini nilai waktu pengerjaan, tebal lapisan *recast*, lebar pemotongan, dan kekasaran permukaan adalah sebagai *input*. *Output* dalam penelitian ini adalah dengan menetapkan unit (satu).
2. Menghitung nilai *Eoo*.
3. Menghitung bobot dari setiap *input* dan *output*.
4. Menentukan nilai matriks *cross-efficiencies*.
5. Menghitung nilai ordinal untuk menentukan peringkat.
6. Menentukan peringkat dengan melihat nilai *average of ordinal value* dan menentukan nilai yang terkecil sebagai peringkat pertama kemudian nilai yang terbesar sebagai peringkat yang terbesar.
7. Menentukan nilai yang optimal dengan menggunakan metode Taguchi.

# ANALISIS DAN PEMBAHASAN

## Penentuan DMU

Penentuan DMU dapat diperoleh dengan mengasumsikan respon dengan karakteristik *smaller the better* sebagai *input* dan menetapkan unit (satu) sebagai *output*. Tabel 3 berikut adalah data DMU yang sudah di tetapkan :

Tabel 3

 Penentuan DMU *Input* dan *Output*

|  |  |
| --- | --- |
| Input | Output |
| X1 | X2 | X3 | X4 | Y1 |
| 344,000 | 4,307 | 297,667 | 1,657 | 1 |
| 443,000 | 6,533 | 383,000 | 1,510 | 1 |
| 382,000 | 10,087 | 356,000 | 1,933 | 1 |
| 343,000 | 13,367 | 400,333 | 1,800 | 1 |
| 369,000 | 5,757 | 352,000 | 1,777 | 1 |
| 292,667 | 8,183 | 397,333 | 2,890 | 1 |
| 380,333 | 15,560 | 410,333 | 2,377 | 1 |
| 244,667 | 11,440 | 368,000 | 2,280 | 1 |

Data pada Tabel 3 tersebut ditentukan karena pada kasus kali ini keempat respon yaitu waktu pengerjaan, tebal lapisan *recast*, lebar pemotongan dan kekasaran permukaan memiliki karakteristik yang sama yaitu *smaller the better*, sehingga keempat respon tersebut masuk dalam DMU *input*. Unit (satu) ditetapkan juga sebagai DMU *output*.

## Perhitungan Nilai DEA Model CCR

Dalam kasus ini menunjukkan bahwa respon waktu pengerjaan, tebal lapisan recast, lebar pemotongan, dan kekasaran permukaan mempunyai karakteristik *Smaller The Better* (STB) sehingga dapat menetapkan semua respon sebagai *input* dan menetapkan nilai (satu) sebagai *output*. Tabel 4 adalah hasil perhitungan nilai Eoo atau DEA model CCR secara keseluruhan dari DMU 1 sampai dengan DMU 8:

Tabel 4

Perhitungan Model DEA CCR

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| DMUj | Input | Output | Eoo |
| X1 | X2 | X3 | X4 | Y1 |
| DMU1 | 344,000 | 4,307 | 297,667 | 1,657 | 1 | 1,000 |
| DMU2 | 443,000 | 6,533 | 383,000 | 1,510 | 1 | 1,000 |
| DMU3 | 382,000 | 10,087 | 356,000 | 1,933 | 1 | 0,881 |
| DMU4 | 343,000 | 13,367 | 400,333 | 1,800 | 1 | 0,965 |
| DMU5 | 369,000 | 5,757 | 352,000 | 1,777 | 1 | 0,932 |
| DMU6 | 292,667 | 8,183 | 397,333 | 2,890 | 1 | 0,993 |
| DMU7 | 380,333 | 15,560 | 410,333 | 2,377 | 1 | 0,801 |
| DMU8 | 244,667 | 11,440 | 368,000 | 2,280 | 1 | 1,000 |

Perhitungan nilai pada Tabel 4 diperoleh dengan menggunakan *software* *Lingo* pada Lampiran A dan dapat dilihat hasil dari DEA model CCR pada kolom Eoo dengan menggunakan rumus Eoo = Max θ = $\sum\_{r=1}^{s}u\_{r}y\_{ro} $dengan kendala $\sum\_{i=1}^{m}v\_{i}x\_{io}=1$ ; $\sum\_{r=1}^{s}u\_{r}y\_{rj}\leq \sum\_{i=1}^{m}v\_{i}x\_{ij}$ *j* =1, … , *n* ; u1, u2, … , us ≥ 0; dan v1, v2, … , vm ≥ 0 dimana nilai 1 pada data tersebut ada 3 DMU, hal tersebut akan mempersulit peneliti untuk menentukan rangking pada nilai 1 tersebut dikarenakan nilai tidak efisien. Maka dari itu harus dilakukan penelitian lebih lanjut agar data yang didapat memperoleh nilai yang lebih efisien dengan menggunakan metode DEA agresif.

## Perhitungan Nilai DEA Formula Agresif

Model CCR dapat memberikan nilai efisiensi yang salah dengan mengidentifikasi nilai DMU dengan skema bobot yang tidak realistis untuk menjadi efisien. Eoo dapat sama dengan satu selama DMU lebih dari satu. Akibatnya, model CCR gagal untuk membuktikan DMUs yang efisien, dengan menggunakan formula agresif meningkatkan diskriminan antara efisien dengan efisiensi yang memungkinkan dengan mengambil nilai yang lebih besar dari satu yang memungkinkan dalam DMU *peer*-*evaluation* bukan *self*-*evaluation*. Tabel 5 adalah hasil perhitungannya nilai *u1*, *v1*, *v2*, *v3* dan *v4* pada DMU1 sampai dengan DMU8:

Tabel 5

Perhitungan Formula Model DEA Agresif

|  |  |
| --- | --- |
| DMUj | Formula Agresif |
| Delta | u1j | v1j | v2j | v3j | v4j |
| DMU1 | 0 | 0,0607 | 0 | 0,0141 | 0 | 0 |
| DMU2 | 0 | 0,0951 | 0 | 0,0146 | 0 | 0 |
| DMU3 | 0 | 0,1192 | 0 | 0 | 0 | 0,0700 |
| DMU4 | 0 | 0,1205 | 0 | 0 | 0 | 0,0693 |
| DMU5 | 0 | 0,0773 | 0 | 0,0144 | 0 | 0 |
| DMU6 | 0 | 0,1160 | 0,0004 | 0 | 0 | 0 |
| DMU7 | 0 | 0,1260 | 0,0004 | 0 | 0 | 0 |
| DMU8 | 0 | 0,0958 | 0,0004 | 0 | 0 | 0 |

Hasil perhitungan Tabel 5 diperoleh dari hasil *output* software Lingo dengan rumus Min $\sum\_{r=1}^{s}\left(u\_{ro}. \sum\_{j\ne o}^{}y\_{rj}\right)-\sum\_{i=1}^{m}\left(v\_{io}.\sum\_{j\ne o}^{}x\_{ij}\right)$ dengan kendala $\sum\_{i=1}^{m}\left(v\_{io}.\sum\_{j\ne o}^{}x\_{ij}\right)=1$; $\sum\_{r=1}^{s}u\_{ro}y\_{rj}-\sum\_{i=1}^{m}v\_{io}x\_{ij}\leq δ$, $∀\_{j}\ne o$;

$\sum\_{r=1}^{s}u\_{ro}y\_{ro}-E\_{oo}.\sum\_{i=1}^{m}v\_{io}x\_{io}=0$; *uro*, *vio* ≥ 0 dan menunjukkan bahwa u1j merupakan nilai bobot dari data output, *v­1j* merupakan nilai bobot dari data *input* 1, *v­2j* merupakan nilai bobot dari data *input* 2, *v­3j* merupakan nilai bobot dari data *input* 3, dan *v­4j* merupakan nilai bobot dari data *input* 4. Setelah diperoleh nilai bobotnya maka dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai *cross-efficiencies matrix* dengan menggunakan rumus $E\_{oj}=\sum\_{r=1}^{s}{u\_{ro}y\_{rj}}/{\sum\_{i=1}^{m}v\_{io}x\_{ij}}$ ; *j* ≠ o dan dapat diperoleh hasil perhitungan pada Tabel 6 berikut :

Tabel 6

Perhitungan Nilai DEA Agresif

|  |  |
| --- | --- |
| DMUj | Cross-Efficiencies matrix |
| DMUo | DMU1 | DMU2 | DMU3 | DMU4 | DMU5 | DMU6 | DMU7 | DMU8 |
| DMU1 |  | 0,66 | 0,43 | 0,32 | 1,33 | 0,53 | 0,28 | 0,38 |
| DMU2 | 1,52 |  | 0,65 | 0,49 | 2,02 | 0,8 | 0,42 | 0,57 |
| DMU3 | 1,03 | 1,13 |  | 0,95 | 1,7 | 0,59 | 0,72 | 0,75 |
| DMU4 | 1,05 | 1,15 | 0,9 |  | 1,74 | 0,6 | 0,73 | 0,76 |
| DMU5 | 1,25 | 0,82 | 0,53 | 0,4 |  | 0,66 | 0,34 | 0,47 |
| DMU6 | 0,85 | 0,66 | 0,76 | 0,85 | 1,4 |  | 0,76 | 1,19 |
| DMU7 | 0,89 | 0,69 | 0,8 | 0,89 | 1,47 | 1,04 |  | 1,25 |
| DMU8 | 0,71 | 0,55 | 0,64 | 0,71 | 1,18 | 0,84 | 0,64 |   |
| ej | 1,04 | 0,81 | 0,67 | 0,66 | 1,55 | 0,72 | 0,56 | 0,77 |
| OV | 7 | 6 | 3 | 4 | 8 | 2 | 1 | 5 |

Hasil perhitungan Tabel 6 menunjukkan bahwa *ej* adalah nilai rata-rata data dari tiap DMU yang diperoleh dengan rumus $e\_{j}=\sum\_{o\ne j}^{}{E\_{oj}}/{\left(n-1\right)}$ ;*j* = 1, .... , *n*, sedangkan *ordinal value* (OV) adalah nilai rangking dari rata-rata tersebut, nilai rangking diperoleh dari peringkat data *average* dari yang terkecil sampai yang terbesar. Nilai *ordinal value* ini adalah sebagai nilai akhir dari DEA agresif. Selanjutnya dapat dilakukan penentuan nilai optimal dengan menggunakan metode Taguchi.

## Analisis Varian

Analisis varian ini dilakukan terhadap respon tunggal yaitu nilai DEA Agresif yang mewakili keempat respon. Tabel 7 adalah hasil perhitungan ANOVA berdasarkan *output* Minitab:

Tabel 7

 ANOVA Semua Faktor

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Source of variance* | *Sum of Square* | *Degrees of Freedom* | *Mean Square* | F hitung | *P-value* |
| A | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| B | 24,5 | 1 | 24,5 | 49 | 0,09 |
| C | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 |
| D | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 |
| E | 8 | 1 | 8 | 16 | 0,156 |
| F | 8 | 1 | 8 | 16 | 0,156 |
| Error | 0,5 | 1 | 0,5 |  |  |
| Total | 42 | 7 |  |  |  |

Berdasarkan beberapa uji hipotesis dan hasil perhitungan analisis pada Tabel 7 di atas, maka dapat diketahui bahwa ada beberapa faktor yang tidak signifikan karena nilai *p-value* > α (0,05). Oleh karena itu dilakukan penggabungan (*pooling*) untuk memperoleh faktor yang signifikan pada ANOVA. Berikut ini adalah hasil *Analysis of Varians* setelah dilakukan penggabungan :

Tabel 8

ANOVA setelah penggabungan

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Source of variance* | *Sum of Square* | *Degrees of Freedom* | *Mean Square* | F hitung | *P-value* |
| B | 24,5 | 1 | 24,5 | 65,33 | 0,001 |
| E | 8 | 1 | 8 | 21,33 | 0,01 |
| F | 8 | 1 | 8 | 21,33 | 0,01 |
| *Error* | 9,5 | 5 | 1,9 |  |  |
| Total | 42 | 7 |  |  |  |

Berdasarkan hasil perhitungan analisis pada Tabel 8 menunjukkan bahwa faktor yang signifikan adalah faktor B, E dan faktor F karena nilai *p-value* < α (0,05).

## Penentuan Kondisi Optimal

Pengujian Analisis Varian telah dilakukan, selanjutnya dapat ditentukan kombinasi optimal setiap respon. Berdasarkan hasil ANOVA yang telah dilakukan dapat diketahui faktor yang berpengaruh signifikan adalah faktor B dan faktor F. Langkah selanjutnya akan ditentukan kondisi yang optimal dengan melihat nilai *mean* yang terbesar tiap level pada semua faktor yang ada. Hasil perbedaan nilai *mean* pada setiap faktor dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini :

Tabel 9

Nilai *Mean* Setiap Level

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Level | A | B | C | D | E | F |
| 1 | 4,5 | 6,25 | 4,75 | 4,75 | 5,5 | 3,5 |
| 2 | 4,5 | 2,75 | 4,25 | 4,25 | 3,5 | 5,5 |
| Delta | 0 | 3,5 | 0,5 | 0,5 | 2 | 2 |
| Rank | 6 | 1 | 4,5 | 4,5 | 2,5 | 2,5 |

Berdasarkan nilai *mean* setiap level yang telah diperoleh pada Tabel 9 maka dapat diketahui bahwa kondisi optimum setiap faktor dapat diketahui dari nilai *mean* yang terkecil pada setiap faktor. Pada faktor A (Pengaruh *On Time*) nilai *mean* yang memberikan pengaruh terbesar terdapat pada level 2 (8 ms) yaitu sebesar 4,5, untuk faktor B (Pengaruh *Open Voltage*) nilai *mean* yang memberikan pengaruh terbesar adalah pada level 2 (18 volt) yaitu sebesar 2,75, untuk faktor C (Pengaruh *Arch On Time*) nilai *mean* yang memberikan pengaruh terbesar adalah pada level 2 (6 ms) yaitu sebesar 4,25, untuk faktor D (Pengaruh *Off Time*) nilai *mean* yang memberikan pengaruh terbesar adalah pada level 2 (18 ms) yaitu sebesar 4,25, untuk faktor E (Pengaruh *Servo Voltage*) nilai *mean* yang memberikan pengaruh terbesar adalah pada level 2 (44 volt) yaitu sebesar 3,5 sedangkan untuk faktor F (Pengaruh Konsentrasi Serbuk Alumunium) nilai *mean* yang memberikan pengaruh terbesar adalah pada level 1 (0,25 gr/liter) yaitu sebesar 3,5. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) Agresif didapatkan settingan kombinasi optimal yaitu A2B2C2D2E2F1. Metode DEA perhitungan nilai ANOVA dapat dilihat pada Lampiran E.

## Perbandingan Metode DEA Agresif dengan DEA

Hasil perhitungan nilai taksiran untuk metode DEA Agresif dengan kondisi optimum A2B2C2D2 E2F1 dan metode DEA dengan kondisi optimum A2B2C1D2 E2F1 telah diperoleh pada perhitungan di atas, dan dapat diperjelas kembali dengan hasil pada Tabel 10 sebagai berikut :

Tabel 10

Perbandingan DEA Agresif dengan DEA

|  |  |
| --- | --- |
| Variabel Respon | DEA Agresif |
| Kombinasi Optimum | Prediksi Kondisi Optimum | CI |
| Waktu Pengerjaan | A2B2C2D2E2F1 | 339,15 | 277,77<μ<400,53 |
| Tebal Lapisan Recast | A2B2C2D2E2F1 | 16,478 | 15,397<μ<17,559 |
| Lebar Pemotongan | A2B2C2D2E2F1 | 449,3835 | 336,3165<μ<562,4505 |
| Kekasaran Permukaan | A2B2C2D2E2F1 | 2,634 | 1,237<μ<4,031 |
| Variabel Respon | DEA |
| Kombinasi Optimum | Prediksi Kondisi Optimum | CI |
| Waktu Pengerjaan | A2B2C1D2E2F1 | 377,15 | 315,77<μ<438,53 |
| Tebal Lapisan Recast | A2B2C1D2E2F1 | 15,525 | 14,444<μ<16,606 |
| Lebar Pemotongan | A2B2C1D2E2F1 | 416,184 | 303,117<μ<529,251 |
| Kekasaran Permukaan | A2B2C1D2E2F1 | 2,45 | 1,053<μ<3,847 |

Hasil pada Tabel 10 menunjukkan bahwa metode DEA Agresif lebih baik hal ini ditunjukkan dengan nilai prediksi kondisi optimum pada metode DEA Agresif setiap respon dimana karakteristik pada setiap respon adalah sama *smaller the better* mempunyai nilai yang lebih besar daripada metode DEA. Nilai CI yang diperoleh metode DEA Agresif mempunyai nilai CI dengan jarak yang lebih kecil dibandingkan dengan metode DEA. Metode DEA pada kasus ini tidak terdapat satupun respon yang mempunyai nilai signifikan, maka lebih baik dipilih metode DEA Agresif.

# KESIMPULAN

Hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat di ambil kesimpulan bahwa dengan dilakukan analisis menggunakan metode DEA Agresif menjelaskan bahwa kombinasi optimal dari parameter proses pada percobaan kinerja *wire*-EDM yang diperoleh yaitu B2E2F1 yang berarti bahwa setting kombinasi optimal berada pada kondisi faktor B (Pengaruh *Open Voltage*) dengan level 2 (18 volt), faktor E (Pengaruh *Servo Voltage*) dengan level 2 (44 volt) dan faktor F (Konsentrasi Serbuk Alumunium) dengan level 1 (0,25 gr/liter). Hasil perhitungan nilai mean pada setiap level pada settingan kombinasi optimal untuk semua respon yaitu A2B2C2D2 E2F1 untuk metode DEA Agresif dan A2B2C1D2 E2F1 untuk metode DEA didapatkan hasil bahwa nilai taksiran untuk metode DEA lebih kecil dari nilai taksiran untuk metode DEA Agresif. Hal tersebut belum berarti bahwa metode DEA lebih baik digunakan dibandingkan dengan metode DEA Agresif dikarenakan pada metode DEA tidak ada satupun faktor yang signifikan, jadi metode DEA Agresif masih lebih baik dibandingkan dengan metode DEA.

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu percobaan konfirmasi terhadap kondisi yang optimum juga diperlukan untuk menentukan metode satu lebih baik daripada metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tjiptono, F. 2001. *Strategi Pemasaran*. Edisi Pertama. Andi Ofset. Yogyakarta.
2. Al-Refaie, A dan Li, M. H. (2008). *Solving the Multiresponse Problem in Taguchi Method by Aggressive Formulation in DEA*. Proceedings of the World Congress on Engineering, vol. II.
3. Angulo-Meza, L dan Lins, M.P.E. (2002). *Review of Methods for Increasing Discrimination in Data Envelopment Analysis*. Annuals of Operation Research, vol. 116, pp. 225-242.
4. Efendi, M. M. (2010). *Optimasi Waktu Pemotongan Baja HSS pada Wire-EDM Menggunakan Metode Taguchi*. Tugas Akhir : Perpustakaan ITS.
5. Kurniawan, D. W. 2010. *Optimasi Kekasaran Permukaan, Tebal Lapisan Recast, Lebar Pemotongan, dan Waktu Pengerjaan dalam Cairan Dielektrik yang Mengandung Serbuk Alumunium pada Wire-EDM Menggunakan Metode Taguchi*. Tugas Akhir : Perpustakaan ITS.