

PERANCANGAN DESAIN EKSPERIMEN MENGUNAKAN METODE *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

SHAFA AZZAHRA¹, ETIH HARTATI¹.

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Institut teknologi Nasional, bandung
Email : shafazzahra05@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan eksperimen menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM) dengan desain Box-Behnken dapat mengoptimalkan proses yang dipengaruhi oleh beberapa variabel. Melalui pendekatan ini, eksperimen dapat mengurangi jumlah percobaan tanpa mengorbankan akurasi hasil. Penggunaan software Minitab 21 mempermudah analisis dengan RSM, memungkinkan peneliti memperoleh model matematis yang menggambarkan hubungan antara variabel bebas dan respons, serta menentukan kondisi optimal dari proses yang diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode RSM dan desain Box-Behnken secara signifikan mengurangi jumlah percobaan, menghemat waktu dan sumber daya.

Kata kunci: Response Surface Methodology, Box-Behnken Design, Minitab 21, optimasi proses, perancangan eksperimen

1. PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan eksperimen kesulitan yang terjadi ialah jumlah percobaan yang dilakukan banyak dan tidak waktu yang lama. Dengan menggunakan response surface methodology percobaan yang dilakukan tidak memerlukan data-data percobaan dalam jumlah yang besar dan tidak membutuhkan waktu yang lama dan juga dengan RSM dapat mendefinisikan pengaruh variabel independen, tetapi juga menghasilkan model matematis, yang menjelaskan proses kimia atau biokimia (Nurmiah dkk., 2013). Tulisan ini bertujuan untuk melakukan perencanaan desain eksperimen dengan metode *box behnken design* menggunakan *software minitab 21* sehingga diharapkan penelitian yang dilakukan lebih efisien dalam penggunaan waktu, biaya, dan bahan dan dapat mendeteksi efek interaksi antara faktor-faktor, yang sangat penting dalam memahami bagaimana variabel mempengaruhi satu sama lain dan keluaran eksperimen.

2. LANDASAN TEORI

2.1 *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

Response Surface Methodology (RSM) merupakan metode statistika yang berguna untuk mengembangkan, meningkatkan, dan mengoptimalkan proses, dimana respon dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dengan metode RSM dapat digunakan untuk menyelidiki dan memilih kondisi proses yang paling optimal (Prabudi dkk., 2018). *Response Surface Methodology (RSM)* tidak hanya mendefinisikan pengaruh variabel independen, tetapi juga menghasilkan model matematis, yang menjelaskan proses kimia atau biokimia. Gagasan utama dari metode ini adalah mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap respon, mendapatkan model hubungan antara variabel bebas dan respon serta mendapatkan kondisi proses yang

menghasilkan respon terbaik. Di samping itu, keunggulan metode RSM ini di antaranya tidak memerlukan data-data percobaan dalam jumlah yang besar dan tidak membutuhkan waktu yang lama (Nurmiah dkk., 2013).

Pengaplikasian RSM yang paling luas adalah di dunia industri, terutama dalam situasi di mana beberapa variabel *input* berpotensi mempengaruhi beberapa ukuran kinerja atau karakteristik kualitas produk atau proses yang dihasilkan. Ukuran kinerja atau karakteristik kualitas ini disebut *respons*. Sebagian besar aplikasi RSM di dunia nyata bertujuan untuk pengujian atau percobaan (Myers dkk., 2016).

2.2 RESPONSE SURFACE METHODOLOGY-BOX BEHNKEN DESIGN

Box behnken design merupakan rancangan tiga-tahap untuk menyusun *response surface*. Rancangan ini dibentuk dengan mengombinasikan faktorial 2^k dengan rancangan kelompok tidak lengkap (*incomplete blocking*). Hasil rancangan umumnya sangat efisien dalam kaitannya dengan menentukan banyaknya percobaan yang harus dilakukan serta rancangan ini memenuhi rotabilitas atau paling tidak hampir rotabilitas (Myers dkk., 2016).

Metode *Box Behnken Design* memiliki titik pusat (*center point*) yang digunakan sebagai parameter yang diulang (replikasi). Replikasi ialah pengulangan kembali perlakuan yang sama dalam suatu percobaan dengan kondisi yang sama untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi. Replikasi dilakukan untuk membuat percobaan lebih akurat untuk agar meminimalisir kesalahan pada eksperimen dan efek rata-rata yang diperoleh untuk suatu faktor (Wiradiestia & Jati, 2018).

Tujuan dilakukan replikasi (Wiradiestia & Jati, 2018) :

- Menambah ketelitian data eksperimen.
- Mengurangi tingkat kesalahan pada eksperimen.
- Memperoleh harga taksiran kesalahan eksperimen sehingga memungkinkan diadakannya uji signifikan hasil eksperimen

Dalam banyak penelitian ilmiah yang membutuhkan RSM, para peneliti cenderung membutuhkan tiga level dengan jarak yang sama. Dengan demikian, desain Box -Behnken merupakan pilihan yang efisien dan memang merupakan alternatif dari *Central Composite Design* (CCD)(Myers dkk., 2016).

Box Behnken Design (BBD) cukup sebanding dalam jumlah titik desain dengan CCD untuk $k=3$ dan $k=4$. Untuk $k = 3$, CCD percobaan dilakukan sebanyak $14 + n_c$ run sedangkan BBD dilakukan sebanyak $12 + n_c$ run. Untuk $k=4$, CCD dan BBD keduanya dilakukan percobaan sebanyak $24 + n_c$. Untuk $k=5$, BBD menggunakan $40+n_c$ sedangkan CCD menggunakan $42+n_c$ pada penelitiannya. Berbeda dengan kasus $k=3$, 4, dan 5, struktur faktorial dalam BBD untuk $k = 6$ adalah 2^3 faktorial yang melibatkan tiga faktor sehingga percobaan yang dilakukan $k=6$ ialah $48+ n_c$. Dengan demikian, setiap baris dari matriks melibatkan delapan titik desain. Untuk $k=7$, struktur faktorial sekali lagi melibatkan kombinasi tiga faktor desain $n = 56+n_c$.

3. METODE PENELITIAN

Perancangan desain dilakukan menggunakan *software Minitab 21* yang merupakan salah satu *software* statistika yang sering digunakan untuk mempermudah pengolahan data statistik (Iriawan & Astuti, 2006). Keunggulan minitab sebagai alat statistik yaitu dapat digunakan untuk mengembangkan model prediksi (seperti persamaan regresi) yang layak untuk digunakan (Ramana dkk., 2014). Perancangan desain dilakukan untuk menentukan jumlah penelitian yang perlu dilakukan, menentukan nilai - nilai tiap variabel bebas yang akan digunakan dalam penelitian, serta membantu proses analisis menggunakan metode *response surface methodology box behnken design*. Terdapat tiga parameter yang akan

dijadikan sebagai variasi kondisi operasi yaitu temperatur, waktu proses dan rasio. Selanjutnya masing-masing variasi tersebut di *input software Minitab 21* dengan metode *response surface methodology box behnken design* dengan konsep matriks percobaan ditunjukkan pada **Tabel 1.** yaitu pada *block 1* untuk parameter temperatur dan waktu proses secara simbolis menyiratkan bahwa desain temperatur dan waktu proses dipasangkan bersama dalam faktorial 2^2 (± 1) sementara rasio (sampel : air) tetap berada di tengah (0). Hal yang sama berlaku untuk blok 2 dan 3, dengan 2^2 faktorial diwakili oleh setiap pasangan perlakuan sedangkan faktor ketiga tetap tetap pada 0 (Myers dkk., 2016).

Tabel 1. Konsep Matriks Percobaan Box Behnken Design

	Parameter		
	Temperatur	Waktu Proses	Rasio (sampel : air)
Block 1	± 1	± 1	0
Block 2	0	± 1	± 1
Block 3	± 1	0	± 1

4. PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan desain eksperimen dengan menggunakan metode *Response Surface Methodology Box Behnken Design* yang dibantu dengan *software minitab 21* didapat hasil penelitian yang lebih sedikit sehingga percobaan yang dilakukan lebih efisien. Yaitu yang semula ialah 27 percobaan (3^3) menjadi 15 percobaan, dengan matriks percobaan dapat dilihat pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Desain Eksperimen 3 Parameter (Temperatur, Waktu Proses dan Rasio (sampah:air)) dengan metode *RSM Box Behnken Design*

Standar Order	Temperatur	Waktu Proses	Rasio(Sampah:Air)
1	-1	-1	0
2	+1	-1	0
3	-1	+1	0
4	+1	+1	0
5	-1	0	-1
6	+1	0	-1
7	-1	0	+1
8	+1	0	+1
9	0	-1	-1
10	0	+1	-1
11	0	-1	+1
12	0	+1	+1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Setiap baris, dalam BBD melambangkan empat titik desain dengan (+1,+1) mewakili 2^2 faktorial. Baris terakhir dalam matriks desain pada **Tabel 2** menyiratkan vektor dari *center runs*. Untuk $k=3$ *box behnken design*, *running* yang dilakukan $12 + n_c$ dimana n_c merupakan

banyaknya block/variasi tiap *treatment* yang dilakukan, sehingga percobaan dilakukan sebanyak 15 kali *running* dengan dengan center runs sebanyak 3 kali (Myers dkk., 2016). Dari hasil matriks tersebut, hasil percobaan yang dilakukan dapat menghasilkan model matematis, juga pengaruh tiap parameter terhadap *output* nilai yang dihaikan.

4. KESIMPULAN

Tulisan ini menjelaskan bagaimana melakukan perancangan eksperimen penelitian pada 3 variasi kondisi operasi tanpa memerlukan data-data percobaan dalam jumlah yang besar dan tidak membutuhkan waktu yang lama dan juga dapat digunakan untuk mencari kondisi optimum respon yang dipengaruhi oleh variabel-variabel bebas. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode *Response Surface Methodology* (RSM) dengan desain *Box-Behnken* sangat efektif dalam mengoptimalkan proses yang dipengaruhi oleh beberapa variabel bebas. Dengan metode ini, jumlah percobaan yang diperlukan dapat dikurangi secara signifikan, tanpa mengurangi keakuratan dan validitas hasil penelitian. Penggunaan *software Minitab* 21 juga terbukti mempermudah proses analisis dan perancangan eksperimen. Secara keseluruhan, pendekatan ini memberikan solusi efisien bagi peneliti dalam mencari kondisi optimal dari suatu proses, dengan menghemat waktu dan sumber daya yang digunakan.

DAFTAR RUJUKAN

- Iriawan, N., & Astuti, S. P. (2006). Mengolah data statistik dengan mudah menggunakan minitab 14. *Yogyakarta: Andi*.
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-Cook, C. M. (2016). *Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments*. John Wiley & Sons.
- Nurmiah, S., Syarief, R., Sukarno, S., Peranginangin, R., & Nurmata, B. (2013). Aplikasi response surface methodology pada optimalisasi kondisi proses pengolahan alkali treated cottonii (ATC). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 9–22.
- Prabudi, M., Nurtama, B., & Purnomo, E. H. (2018). Aplikasi response surface methodology (RSM) dengan historical data pada optimasi proses produksi burger. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 5(2), 109–115.
- Ramana, M. V., Rao, G. K. M., & Rao, D. H. (2014). Optimization and effect of process parameters on tool wear in turning of titanium alloy under different machining conditions. *Int. J. Mater. Mech. Manuf*, 2(4), 272.
- Wiradiestia, D., & Jati, P. T. (2018). *OPTIMASI EKSTRAKSI SENYAWA FITOKIMIA DARI TEMULAWAK MENGGUNAKAN FLUIDA CO2 SUPERKRITIS DAN ETHANOL SEBAGAI ENTRAINER DENGAN METODOLOGI RESPON PERMUKAAN BOX BEHNKEN DESIGN (BBD)*.