DESAIN KUALITATIF ALAT BANTU UJI EMISI PBDE (*POLYBROMINATED DIPHENYL ETHERS*)

Dhimas Satria [1)], Imron Rosyadi [2)], Anton Irawan [3)], Haryadi[4)], Rina Lusiani[5)], Erny Listijorini[6)], Setya Adi Kurniawan[7)]

[1),2),4),5),6),7)]Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jend. Sudirman km.3 Cilegon
[3)]Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jend. Sudirman km.3 Cilegon

Email : dhimas@untirta.ac.id

Abstrak. *PBDE adalah kelas senyawa yang digunakan sebagai flame retardant. Umum digunakan di televisi, komputer, komponen elektronik, karpet, furniture, selimut, mobil, pakaian, dan lain-lain. Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDE) memiliki potensi untuk mempengaruhi keseimbangan tiroid, berkontribusi terhadap berbagai gangguan neurologis dan termasuk ketidak mampuan belajar dan kecerdasan rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang secara kulitatif alat bantu uji emisi PBDE. Dengan demikian dengan adanya alat bantu uji emisi PBDE ini dapat membantu mendapatkan dan mengukur emisi PBDE pada alat-alat elektronik, sehingga dapat diketahui dampak flame retardant PBDE pada alat-alat elektronik tersebut. Metode yang digunakan adalah metode Pahl and Beitz dan House of Quality. Hasil penelitian adalah berupa data spesifikasi perencanaan dan varian terbaik alat bantu uji emisi PBDE. Untuk data spesifikasi perencanaan alat bantu uji emisi PBDE yang akan direncanakan adalah sebagai berikut temperatur maksimum yang dihasilkan 500ºC, diameter dalam ruang pemanas 67,5 mm, diameter luar ruang pemanas 75 mm, tinggi ruang pemanas 750 mm, debit aliran udara 1,35 L/min, sumber energi listrik PLN. Sedangkan varian terbaik yang dipilih yaitu bentuk ruang pemanasan adalah silinder, elemen pemanas adalah coil heater, kompresor yang digunakan adalah kompresor daya listrik, dan penghambat panas atau isolator-nya adalah glass woll.*

Kata kunci : *Desain kualitatif, alat bantu, uji emisi, PBDE* .

1. Pendahuluan

Bromodiphenyl Ether adalah suatu kelompok zat organik *brominated* yang menghalangi pembakaran dalam material organik, yang digunakan sebagai flame retardants tambahan. *Polybrominated Diphenyl Ethers* (PBDE) sebagian besar sebagai campuran komersil dimana beberapa *isomer*, *congeners* dan sejumlah kecil unsur lain. PBDE adalah kelas senyawa yang digunakan sebagai flame retardant. Umum digunakan di televisi, komputer, komponen elektronik, karpet, furniture, selimut, mobil, pakaian, dan lain-lain [1]. PBDE memiliki potensi untuk mempengaruhi keseimbangan tiroid, berkontribusi terhadap berbagai gangguan neurologis dan termasuk ketidak mampuan belajar dan kecerdasan rendah. PBDE dilarang oleh Uni Eropa pada tahun 2006. Penggunaan flame retardant saat ini banyak digunakan untuk berbagai macam produk, seperti elektronik, perabot, kendaraan bermotor, pesawat, plastik, bahan bangunan, dan tekstil. Flame retardant yang umum digunakan yakni *Polybrominated Diphenyl Ethers* (PBDE). Oleh karena itu penelitian ini berusaha merancang secara kulitatif alat bantu uji emisi PBDE. Dengan demikian dengan adanya alat bantu uji emisi PBDE ini dapat membantu mendapatkan dan mengukur emisi PBDE pada alat-alat elektronik, sehingga dapat diketahui dampak flame retardant PBDE pada alat-alat elektronik tersebut.

2. Pembahasan

2.1. Tabel Penentuan *Requirement List*

Dalam tahap ini akan dijabarkan apa saja kebutuhan konsumen akan alat bantu uji emisi PBDE. Berdasarkan atas *task* yang sudah ditetapkan maka disusun sebuah technical *spesification of product* yang termuat dalam *list of requirement*. *List of requirement* ini dipakai sebagai pedoman untuk merancang alat bantu uji emisi PBDE. Disamping itu *list of requirement* disusun berdasarkan atas

kebutuhan penyelesaian *task*, sehingga beberapa requirement seperti perhitungan biaya pembuatan belum bisa dihitung atau ditentukan.

Tahap ini menjelaskan dan mendefinisikan tugas dengan cara menjabarkan tugas tersebut kedalam *requirement list*, berisikan batasan-batasan yang harus dipenuhi (*demands*) dan batasan-batasan yang diharapkan dapat dipenuhi (*wishes*). Berikut ini dalam tabel 3.1 dijabarkan mengenai *requirement list* dalam perancangan alat bantu uji emisi PBDE dengan metode Pahl and Beitz. [2]

Tabel 1. Tabel *Requirement List*

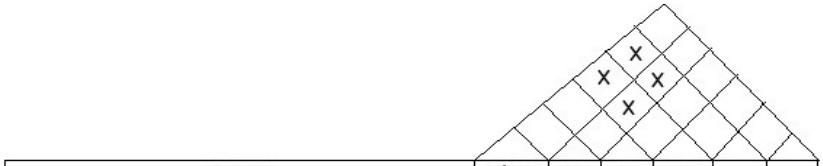
REQUIREMENT	PENJELASAN	*Demands* = D *Wishes* = W
Fungsional	Mampu menghasilkan uap emisi PBDE dengan temperatur pemanasan mampu mencapai suhu 500^{o}C	D
Rangka	Desain rangka mampu menopang beban.	D
Dimensi	Dimensi mengikuti jurnal pendukung analisa PBDE	W
Operasi	Biaya operasi rendah	W
	Tingkat kebisingan rendah	W
	Pengoprasian mudah, hanya dibutuhkan satu orang operator	W
Material	Material yang kuat, tahan korosi, dan penghantar panas yang baik	W
Safety	Mesin tidak membahayakan operator.	D
Perawatan	Perawatan mudah	W
Konsumsi daya	Penggunaan listrik dibawah 1000 watt	D

2.1. Pembuatan *House of Quality*

Berdasarkan atas *list of requirement* maka dibuatlah skala prioritas dan *House of Quality* untuk perancangan alat bantu uji emisi PBDE ini,seperti terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Requirement List	Matriks Korelasi															Sum	%	Rank
Dimensi mengikuti jurnal pendukung analisa PBDE	0	1	1	0	0											2	13.3	4
Pengoprasian mudah	1					1	1	1	0							4	26.7	2
Tingkat kebisisingan rendah		0				0				0	0	0				0	0	6
Biaya operasi rendah			0				0			1			0	0		1	6.67	5
Perawatan mudah				1				0			1		1		0	3	20	3
Matrial kuat, tahan korosi, dan penghantar panas yang baik					1				1			1		1	1	5	33.3	1

Gambar 1. Skala prioritas



Satuan			L/min	°C	gr	watt		
Sasaran			1,35	500	10	<1000		<30
Alat bantu uji emisi PBDE		Pembobotan Kepentingan	Laju aliran udara	Suhu	sampel	Daya	Sistem kendali	Jumlah komponen
Fungsional	Menghasilkan uap emisi PBDE	10	9	9	9	9	3	
Rangka	Kuat menopang beban	5						9
Desain	Mengikuti jurnal pendukung	10	9	9	9		1	
Operasi	Biaya rendah	1				9		
	Tidak bising	1	3					
	Mudah	5	1	1		1	9	3
Material	Kuat, anti korosi, penghantar panas yang baik	5		9				3
Safety	Tidak membahayakan	5	3			1	1	
Perawatan	Mudah	5				1		1
Skor			25	28	18	21	14	16
Presentase			20.5	23.0	14.8	17.2	11.5	13.1
Rangking			2	1	4	3	6	5

Relasi
9 = kuat
3 = sedang
1 = lemah

Kepentingan
10 =sempurna
5 = ok
1 =kurang

Gambar 2. *House of quality*

2.2. Penentuan Spesifikasi

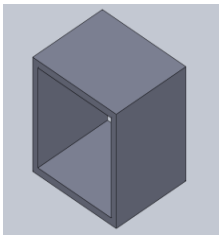
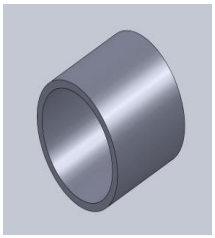
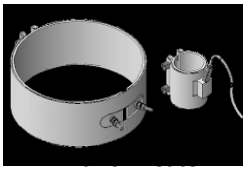
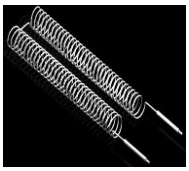
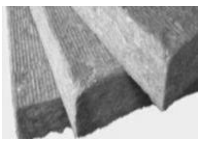
Tahap ini merupakan tahap pengumpulan informasi dari konsumen dan jurnal pendukung [3] tentang cara mendapatkan emisi PBDE pada sampel casing TV. Lalu membuat kesimpulan tentang spesifikasi apa saja yang dibutuhkan dan diinginkan untuk alat bantu uji emisi PBDE ini dengan metode *House of Quality*. Data spesifikasi perencanaan alat bantu uji emisi PBDE yang akan direncanakan berdasarkan metode *House of Quality* dan jurnal pendukung adalah sebagai berikut :

T : Temperatur maksimum yang dihasilkan = 500^{o}C
Dd : Diameter dalam ruang pemanas = 67,5 mm
Dl : Diameter luar ruang pemanas = 75 mm
t : Tinggi ruang pemanas = 750 mm
Q : Debit aliran udara = 1,35 L/min
Sumber energi = Listrik PLN

2.3. Penentuan Varian Terbaik

Dalam perancangan alat bantu uji emisi PBDE, beberapa komponen memiliki varian varian yang memiliki kekurangan serta kelebihan, untuk memperoleh desain yang tepat dan optimal, maka akan dijabarkan beberapa varian komponen yang digunakan serta beberapa varian terbentuk.

Tabel 2. Varian Fungsi

No.	Varian Bentuk	A	B
1	Bentuk Ruang Pemanasan	 Ruang Segiempat	 Ruang Silinder
2	Elemen Pemanas		
3	Kompresor	Kompresor *gasoline engine*	Kompresor daya listrik
4	Penghambat panas (Isolator)	*Polystyrene*	 *Glass woll*

Varian 1: (1A-2A-3A-4A): Ruang segi empat – Band heater – Kompresor gasoline engine – Polystyrene; Varian 2 : (1A-2A-3B-4A): Ruang segi empat – Band heater – Kompresor daya listrik – Polystyrene; Varian 3: (1A-2B-3A-4A): Ruang segi empat – Coil heater – Kompresor gasoline engine – Polystyrene; Varian 4: (1A-2B-3B-4A): Ruang segi empat – Coil heater – Kompresor daya listrik – Polystyrene; Varian 5: (1B-2A-3A-4A): Ruang silinder – Band heater – Kompresor gasoline engine – Polystyrene; Varian 6: (1B-2A-3B-4A): Ruang silinder – Band heater – Kompresor daya listrik – Polystyrene; Varian 7: (1B-2B-3A-4A): Ruang silinder – Coil heater – Kompresor gasoline engine – Polystyrene; Varian 8: (1B-2B-3B-4A): Ruang silinder – Coil heater – Kompresor daya listrik – Polystyrene; Varian 9: (1A-2A-3A-4B): Ruang segi empat – Band heater – Kompresor gasoline engine – Glass woll; Varian 10: (1A-2A-3B-4B): Ruang segi empat – Band heater – Kompresor daya listrik – Glass woll; Varian 11: (1A-2B-3A-4B): Ruang segi empat – Coil heater – Kompresor gasoline engine – Glass woll; Varian 12: (1A-2B-3B-4B): Ruang segi empat – Coil heater – Kompresor daya listrik – Glass woll; Varian 13: (1B-2A-3A-4B): Ruang silinder – Band heater – Kompresor gasoline engine – Glass woll; Varian 14: (1B-2A-3B-4B): Ruang silinder – Band heater– Kompresor daya listrik – Glass woll; Varian 15: (1B-2B-3A-4B): Ruang silinder – Coil heater – Kompresor gasoline engine – Glass woll; Varian 16: (1B-2B-3B-4B): Ruang silinder – Coil heater – Kompresor daya listrik – Glass woll.

Tabel 3. Solusi dan subfungsi

Pemilihan Varian Terbaik								
VARIAN-VARIAN	(+) Ya						Keputusan	
	(-) Tidak						(+) Solusi dilanjutkan	
	(?) kurang informasi						(-) Solusi ditolak	
	(!) Tinjau kembali						(?) Kumpulkan informasi	
	Daftar spesifikasi						(!) Tinjau kembali	
	Kompatible untuk fungsi keseluruhan							Keputusan
		Memenuhi kebutuhan spesifikasi						
			Secara prinsip dapat diwujudkan					
				Mendapatkan hasil yang diinginkan				
					Memenuhi syarat keamanan			
						Informasi memadai		
	A	B	C	D	E	F	Keterangan	
V1	-	-	+	-	-	?	Kurang safety dan efisiensi rendah	-
V2	-	-	+	+	-	?	kurang safety dan efisiensi rendah	-
V3	+	-	+	-	-	?	kurang safety	-
V4	+	-	+	+	-	?	kurang safety	-
V5	+	-	+	-	-	+	Kurang safety dan sulit dalam perawatan maupun penggunaan	-
V6	+	-	+	+	-	+	Kurang safety dan sulit dalam perawatan maupun penggunaan	-
V7	+	+	+	-	-	+	Kurang safety dan udara input kurang bersih	-
V8	+	+	+	+	-	+	Kurang safety	-
V9	-	-	+	-	+	?	Efisiensi rendah dan udara input kurang bersih	-
V10	-	-	+	+	+	?	Efisiensi rendah	-
V11	+	-	+	-	+	+	Udara input kurang bersih	-
V12	+	-	+	+	+	+		-
V13	+	-	+	-	+	+	Sulit dalam perawatan maupun penggunaan dan udara input kurang bersih	-
V14	+	-	+	+	+	+	Sulit dalam perawatan maupun penggunaan	-
V15	+	+	+	-	+	+	udara input kurang bersih	-
V16	+	+	+	+	+	+	Varian yang dipilih	+

Berdasarkan analisa solusi dan subfungsi seperti yang terlihat pada tabel 3, maka varian terbaik yang dipilih adalah varian 16, yaitu bentuk ruang pemanasan adalah silinder, elemen pemanas adalah coil heater, kompresor yang digunakan adalah kompresor daya listrik, dan penghambat panas atau isolator-nya adalah *glass woll*.

3. Simpulan

Berdasarkan analisa desain kualitatif, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Data spesifikasi perencanaan alat bantu uji emisi PBDE yang akan direncanakan adalah sebagai berikut temperatur maksimum yang dihasilkan 500^{o}C, diameter dalam ruang pemanas 67,5 mm, diameter luar ruang pemanas 75 mm, tinggi ruang pemanas 750 mm, debit aliran udara 1,35 L/min, sumber energi listrik PLN.

2. Varian terbaik yang dipilih yaitu bentuk ruang pemanasan adalah silinder, elemen pemanas adalah coil heater, kompresor yang digunakan adalah kompresor daya listrik, dan penghambat panas atau isolator-nya adalah *glass woll*.

Daftar Pustaka

[1]. Kambuaya, B. 2014. Penelaahan dan Pemutakhiran Rencana Penerapan Nasional untuk Konvensi Stockholm Tentang Bahan Pencemar Organik yang Presisten *(Presistent Organic Pollutant, POPs*) di Indonesia. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Indonesia.
[2]. Pahl, G. and Beitz, W, 1984. *Engineering Design, The Design Council Ken Wallace*, London.
[3]. Ortuno, N., Lundstedet, S., and Lundin, L., 2015. *Emissions of PBDD, PCDD, and PBDE from Flame Retarded High Impact Polystyrene Under Thermal Stress*. Department of Chemistry, Umea University, Sweden.