

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAY (FPGA) PADA ALAT IDENTIFIKASI ODOR

Dini Fakta Sari^{1,2}, Muhammad Rivai¹, Totok Mujiono¹, Tasripan¹

¹Program Pascasarjana, Jurusan Teknik Elektro, ITS, Surabaya

¹Alamat : Kampus ITS, Keputih, Surabaya 60111

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, UII, Jogjakarta

²Alamat : Jalan Kaliurang Km 14.4 Besi, Sleman, Jogjakarta 55584

e-mail : dini.faktasari@staff.uui.ac.id

Abstrak

Alat identifikasi odor merupakan peralatan yang dirancang untuk mengganti fungsi serta mengatasi keterbatasan sistem penciuman manusia. Alat identifikasi odor dapat diaplikasikan untuk pengawasan mutu produk makanan, minuman, dan industri kosmetik. Pada penelitian ini digunakan sampel odor yaitu bensin, minyak tanah, alkohol dan melon. Alat ini menggunakan deret sensor resonator kuarsa yang dilapisi oleh polymer yang berbeda-beda yaitu cellulose, dicyanoallylsilicone (OV-275), dan polyethylene glycol ester (PEG-1540). Setiap sensor resonator akan menghasilkan perubahan frekuensi yang berbeda sebagai akibat adanya molekul odor yang terserap dipermukaannya. Data yang diperoleh dari deret sensor resonator kuarsa diaplikasikan pada perangkat FPGA Spartan 3E dengan Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language (VHDL) sebagai bahasa pemrogramannya pada perangkat lunak Xilinx ISE Webpack 8.2i. Perangkat FPGA ini menangani pengukuran frekuensi (counter) secara paralel, latch, encoder, dan komunikasi serial. Artificial neural network merupakan representasi buatan dari otak manusia yang dapat diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran. Artificial neural network yang digunakan dalam penelitian ini dengan model Multi Layer Perceptron (MLP) dengan metode pelatihan Back Propagation (BP) yang merupakan bentuk topologi dari supervised artificial neural network yang dalam proses pelatihannya memerlukan pengawasan. Tingkat akurasi pembelajaran untuk mengklasifikasi melon pada 5000 epoch dengan 1 neuron pada lapisan tersembunyi sebesar 24,74%, dengan 5 neuron pada lapisan tersembunyi sebesar 98,36% dan dengan 10 neuron pada lapisan tersembunyi sebesar 99,48%. Tingkat akurasi pada saat pengujian sebesar 100%.

Kata kunci : Odor, Resonator kuarsa, Artificial neural network, dan FPGA.

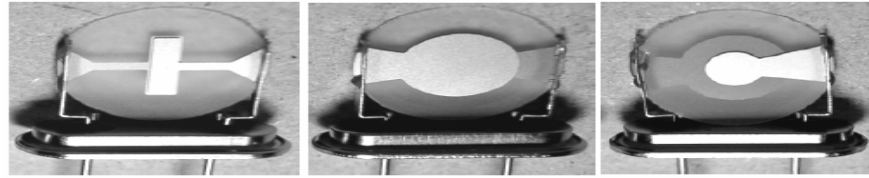
1. PENDAHULUAN

Odor diidentifikasi dalam ruang sekitar akan menghasilkan interaksi antara molekul yang diberikan oleh bahan odor dan sel sensor yang terletak di hidung. Penggunaan sensor penciuman manusia untuk mengenali odor tertentu masih memiliki kekurangan yang dikarenakan oleh beberapa faktor diantaranya : subyektifitas, hasil pengenalan berfluktuasi tergantung dari kesehatan, perasaan sesaat, adanya keterbatasan waktu dan membutuhkan biaya yang tidak sedikit (Peter Schulze Lammers, et al, 2004). Untuk dapat menanggulangi kelemahan ini, maka dengan implementasi teknologi field programmable gate array pada alat identifikasi odor dapat digunakan untuk melakukan kontrol kualitas hasil produk secara otomatis dan dengan kinerja yang konsisten.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Resonator Kuarsa

Resonator kuarsa merupakan bahan piezoelektrik yang dapat menghasilkan gelombang dan pembangkit frekuensi. Resonator kuarsa yang dilapisi dengan membrane yang sensitive terhadap gas dapat digunakan sebagai sensor kimiawi. Molekul gas yang terabsorpsi dalam membran sensitif, akan memberikan penambahan beban yang akan mengakibatkan terjadinya penurunan resonansi frekuensi dari frekuensi awal. Penurunan frekuensi resonator ini akan menghilang dan kembali pada frekuensi semula bila molekul gas telah lepas dari membran (deabsorpsi). Fenomena ini dinamakan efek pembebanan massa (*mass-loading effect*). Bentuk dari elektroda pada sensor resonator kuarsa ditunjukkan pada Gambar 1 (Ping Chang, et al, 2002).



Gambar 1. Bentuk-Bentuk elektroda sensor resonator kuarsa

Perubahan frekuensi (ΔF) yang terjadi sebanding dengan massa total molekul-molekul gas yang terabsorpsi yang dinyatakan dalam persamaan Sauerbrey yang dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$\Delta F = -2.3 \times 10^6 \times F^2 \times \frac{\Delta M}{A} \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

- F = resonator dasar (MHz)
- ΔM = massa total molekul gas yang terserap (g)
- A = luas elektroda.

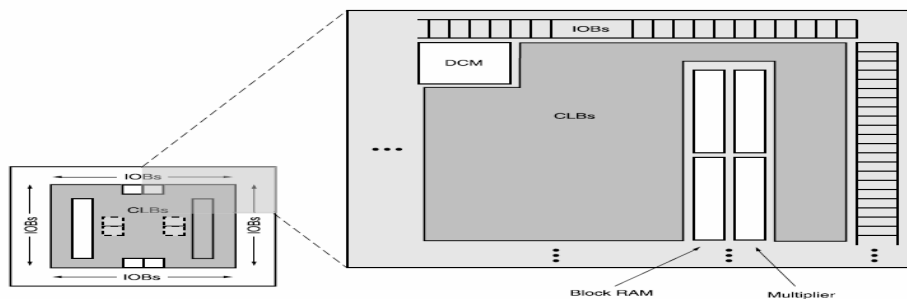
Pada penelitian ini, deret sensor resonator kuarsa yang digunakan dilapisi oleh polimer yang berbeda-beda yaitu cellulose, dicyanoallylsilicone (OV-275), dan polyethylene glycol ester (PEG-1540).

2.2. Field Programmable Gate Array (FPGA)

Spartan 3E merupakan salah satu keluarga FPGA yang diproduksi oleh Xilinx. Spartan 3E tipe Xc3S500E yang digunakan dalam penelitian ini memiliki 500000 gerbang logika. IC Xilinx ini dapat diprogram dan dihapus dengan waktu yang tidak terbatas, dengan VHDL sebagai bahasa pemrogramannya pada perangkat lunak Xilinx *Development System*. FPGA memiliki beberapa kelebihan dibandingkan chip microprosesor yang lain diantaranya (Suhap Sahin, et al, 2006) :

1. Dapat diterapkan pada berbagai gerbang logika dari yang sederhana sampai yang kompleks.
2. Dapat didesain ulang untuk mengubah fungsi logika tanpa merubah sistem.
3. FPGA memiliki siklus desain logika yang singkat sehingga cukup murah.
4. komputasi dapat dilakukan secara parallel dan memungkinkan siklus desain logika yang bekerja secara parallel.

Secara umum arsitektur FPGA Spartan-3E terlihat pada Gambar 2 (www.xilinx.com), terdiri dari *Configurable Logic Blocks (CLBs)*, *Input/Output Blocks (IOBs)*, *Block RAM*, *Multiplier Blocks* dan *Digital Clock Manager (DCM) Blocks*. *Configurable logic blocks* melakukan fungsi logika. *Multiplier Blocks* melakukan tugas utama yaitu perkalian numerik *two's complement* tapi bisa juga melakukan beberapa aplikasi seperti menyimpan data dan *barrel shifting*. *Digital Clock manager (DCM)* memberikan fleksibilitas kelengkapan kontrol *over clock* frekuensi, *phase shift* dan *skew*.

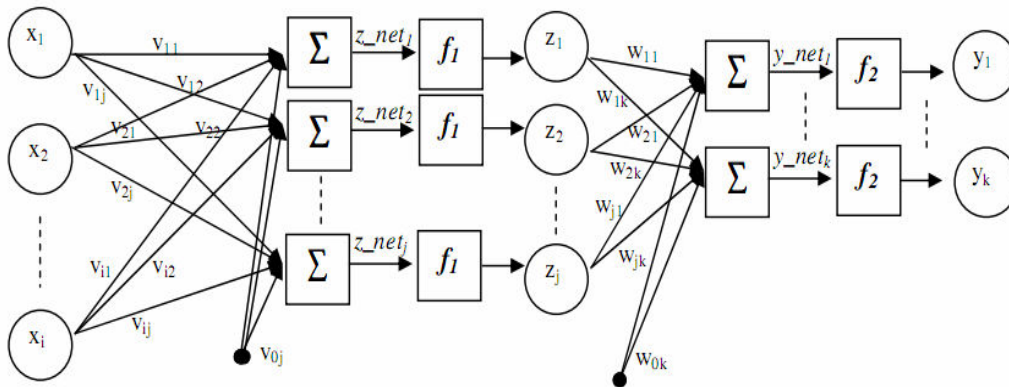


Gambar 2. Arsitektur FPGA Spartan-3E

2.3. Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) dapat digunakan di berbagai bidang pengenalan pola, pengolahan gambar dan diagnostic medis. *Artificial Neural Network* yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Multi Layer Perceptron (MLP)* dengan metode pelatihan *Back Propagation (BP)* yang merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi. *Multi-layer perceptron* memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih lapis tersembunyi. Arsitektur *multi-layer perceptron* dengan *i* buah masukan yang ditambah dengan sebuah bias, sebuah lapis tersembunyi yang terdiri dari *j* unit yang ditambah dengan sebuah bias serta *k* buah unit keluaran dapat dilihat pada Gambar 3, v_{ji} merupakan bobot garis dari unit masukan x_i ke unit lapis tersembunyi z_j (v_{jo} merupakan bobot garis yang menghubungkan bias di unit masukan ke unit lapis tersembunyi z_j). w_{jk} merupakan bobot dari unit

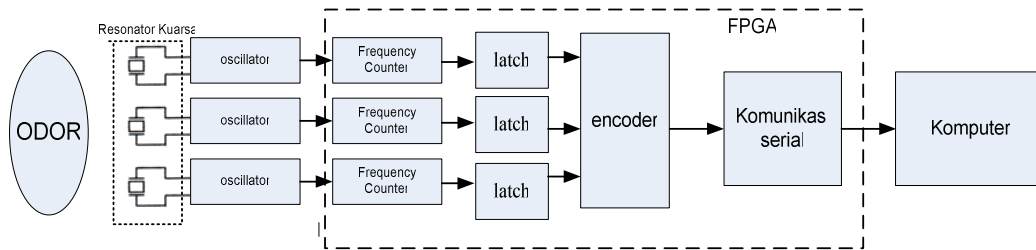
lapis tersembunyi z_j ke unit keluaran y_k (w_{0k} merupakan bobot dari bias di lapis tersembunyi ke unit keluaran y_k) (Misbah, 2009).



Gambar 3. Arsitektur *multi-layer perceptron* dengan i buah masukan yang ditambah sebuah bias, sebuah lapis tersembunyi yang terdiri dari j unit yang ditambah sebuah bias serta k buah unit keluaran

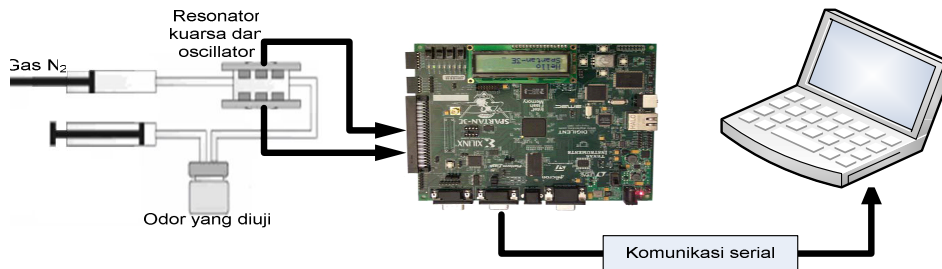
3. METODE PENELITIAN

Secara garis besar metode penelitian terdiri dari perancangan sistem alat identifikasi odor pada FPGA, pengujian alat dan perancangan *Artificial Neural Network* pada komputer.



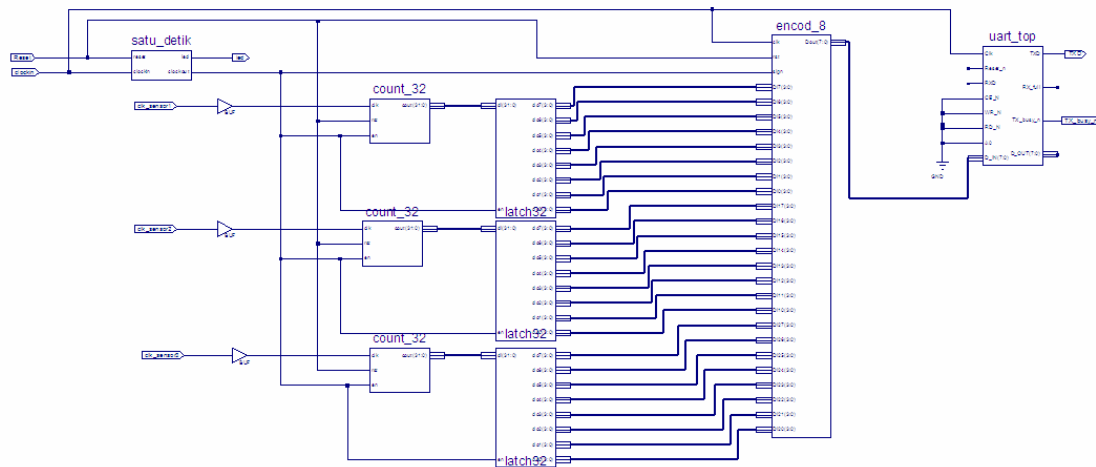
Gambar 4. Sistem Alat Identifikasi Odor

Pada Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa dari beberapa alat identifikasi odor terdiri dari sensor gas resonator kuarsa yang digunakan jenis kristal, sehingga membutuhkan rangkaian *oscillator* yang digunakan untuk menjamin sinyal yang dihasilkan resonator kuarsa adalah sinyal pulsa, dari rangkaian *oscillator* kemudian dihitung oleh *frequency counter*. Data yang keluar akan dijadikan inputan ke *artificial neural network* yang ada di komputer dengan komunikasi serial sebagai *interface* dari FPGA ke komputer.



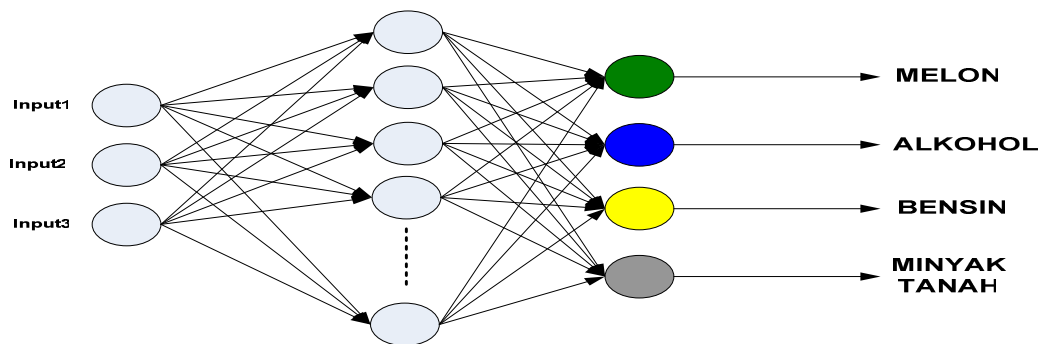
Gambar 5. Pengujian Alat Identifikasi Odor

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5. Sensor resonator kuarsa dibersihkan dari partikel gas yang masih menempel dengan cara mengalirkan gas N_2 . Bahan yang akan diujikan ditempatkan pada tempat uji sampel, kemudian dipompa agar masuk kedalam sel detektor yang didalamnya terdapat sensor-sensor gas resonator kuarsa yang telah dilapisi bahan-bahan polimer. Perubahan frekuensi dari masing-masing sensor dicacah dan diproses dalam FPGA. Bentuk program *Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language* (VHDL) pada FPGA dapat dilihat pada Gambar 6. Identifikasi jenis bahan yang telah diuji dengan menggunakan *Artificial Neural Network* diproses pada komputer.



Gambar 6. Program VHDL pada FPGA

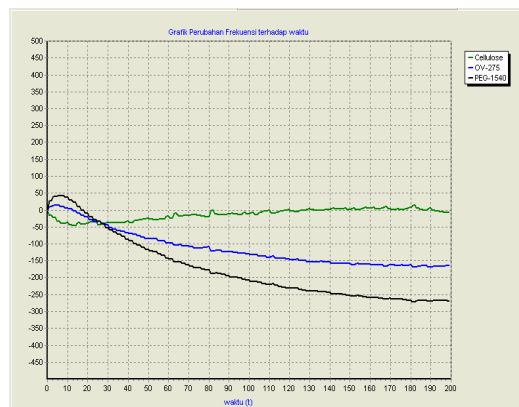
Perancangan *Artificial Neural Network* model *Multi Layer Perceptron* (MLP) dengan metode pelatihan *Back Propagation* (BP) terdiri dari 3 neuron pada lapisan input, neuron pada lapisan tersembunyi, 4 neuron pada lapisan output, menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid*, *learning rate* dibuat 0.1, nilai ambang *Mean Square Error* (MSE) sebesar 10^{-5} , dan nilai bobot diatur dari hasil pembangkitan bilangan acak. Perancangan *Artificial Neural Network* dapat dilihat pada Gambar 7.



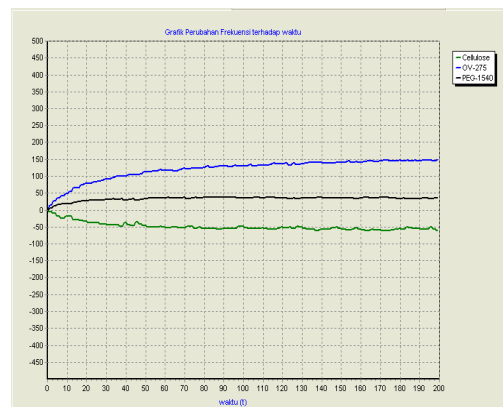
Gambar 7. Perancangan *Artificial Neural Network*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

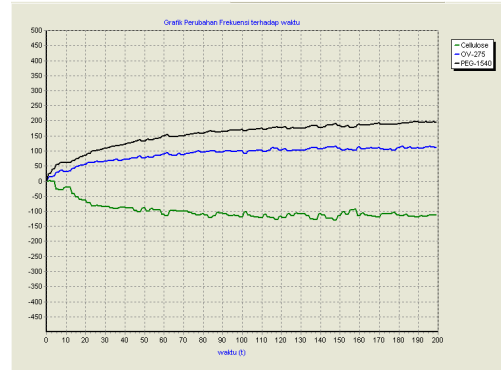
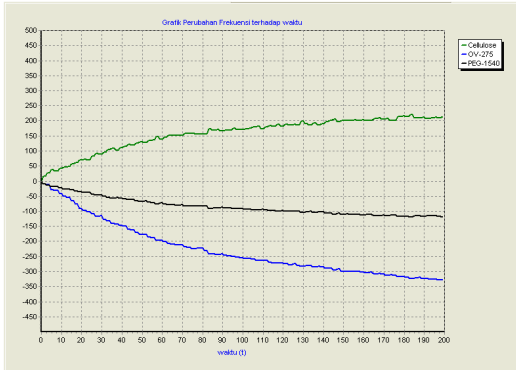
Pengujian pada penelitian ini menggunakan empat sample odor yaitu bensin, alkohol, minyak tanah dan melon. Deret sensor resonator kuarsa yang digunakan dilapisi oleh polymer yang berbeda-beda yaitu cellulose, dicyanoallylsilicone (OV-275), dan polyethylene glycol ester (PEG-1540). Hasil pengujian dari deret sensor resonator kuarsa ketika diberi beberapa sampel odor ditunjukkan pada Gambar 8.



Alkohol

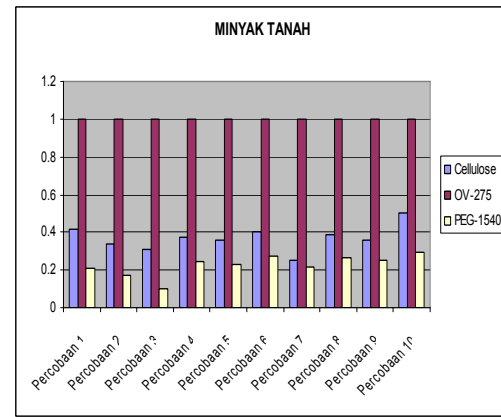
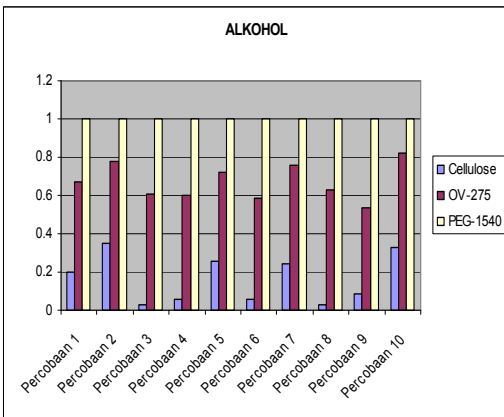


Minyak tanah

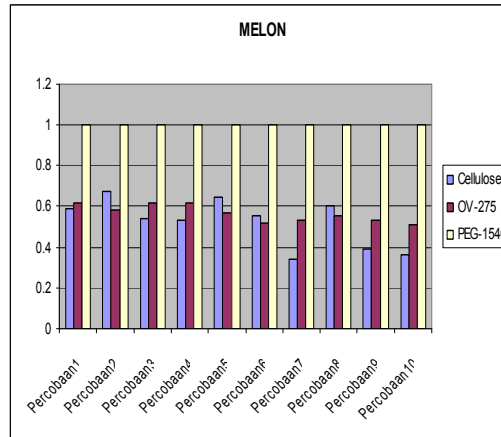
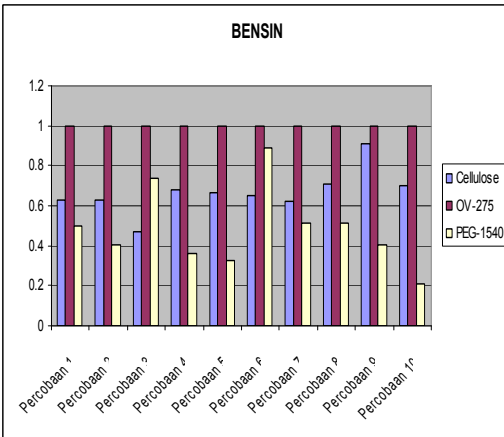


Bensin Melon
Gambar 8. Respon frekuensi dari deret sensor resonator kuarsa.

Normalisasi dilakukan untuk mengurangi variasi pola, akibat adanya variasi konsentrasi. Hasil normalisasi pada 10 kali percobaan dapat dilihat pada Gambar 9.



Alkohol. Minyak tanah



Bensin Melon

Gambar 9. Hasil normalisasi data untuk masing-masing sample

Berdasarkan hasil dari normalisasi, nilai pada percobaan 1 sampai percobaan 5 dijadikan sebagai input pada saat pembelajaran yang ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai pada percobaan 6 sampai 10 dijadikan sebagai input pada saat pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 2. Output target untuk masing-masing sampel ditunjukkan

pada Tabel 3. Hasil pembelajaran dengan metode pelatihan *Back Propagation* ditunjukkan pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Tabel 1. Data input pada saat pembelajaran

Data input pada saat pembelajaran															
melon	0.58912	0.618056	1	0.674719	0.58523195	1	0.540556	0.616054	1	0.530787	0.617056	1	0.647166	0.568556	1
alkohol	0.199944	0.674535	1	0.353098	0.77884615	1	0.031421	0.604175	1	0.058238	0.601626	1	0.258013	0.724575	1
bensin	0.625341	1	0.499181	0.625358	1	0.403835	0.472938	1	0.736469	0.677798	1	0.361191	0.664946	1	0.326097
minyak tanah	0.419484	1	0.20952	0.339461	1	0.168876	0.306018	1	0.099232	0.376499	1	0.244604	0.358546	1	0.228165

Tabel 2. Data input pada saat pengujian

Data input pada saat pengujian															
melon	0.551006	0.516213	1	0.343232	0.53143078	1	0.603969	0.556725	1	0.389238	0.530267	1	0.359015	0.514694	1
alkohol	0.054653	0.587395	1	0.240907	0.75738126	1	0.028571	0.631625	1	0.087238	0.532798	1	0.325047	0.824109	1
bensin	0.650903	1	0.888167	0.622157	1	0.516244	0.706108	1	0.510995	0.910292	1	0.403684	0.69779	1	0.210264
minyak tanah	0.404932	1	0.274482	0.253226	1	0.218952	0.38695	1	0.268589	0.355945	1	0.253021	0.501522	1	0.294521

Tabel 3. Output target

Target					
melon	1	0	0	0	0
alkohol	0	1	0	0	0
bensin	0	0	1	0	0
mitan	0	0	0	0	1

Tabel 4. Hasil pembelajaran dengan metode pelatihan *Back Propagation* dengan 1 neuron pada lapisan tersembunyi

Pengujian	Epoch	MSE	Output neuron (pembelajaran)				Output neuron (pengujian)				Tingkat akurasi Pengujian (%)
			Melon	Alkohol	Bensin	Minyak tanah	Melon	Alkohol	Bensin	Minyak tanah	
1	10	1.1108	0.4852	0.5150	0.6398	0.5193	0.4822	0.5118	0.6365	0.5223	25
2	20	1.0451	0.5163	0.5435	0.5709	0.4145	0.5135	0.5409	0.5685	0.4168	75
3	30	0.8983	0.4691	0.4545	0.3942	0.4301	0.4661	0.4514	0.3911	0.4326	75
4	40	0.8905	0.3859	0.4603	0.4601	0.4315	0.3828	0.4576	0.4574	0.4334	75
5	50	0.8131	0.3731	0.3557	0.3955	0.3583	0.3707	0.3534	0.3929	0.3611	75
6	100	0.7630	0.3046	0.3178	0.3126	0.2859	0.3016	0.3147	0.3095	0.2866	75
7	200	0.7529	0.2642	0.2646	0.2663	0.2594	0.2610	0.2614	0.2631	0.2596	75
8	300	0.7526	0.2538	0.2544	0.2553	0.2508	0.2520	0.2526	0.2535	0.2525	75
9	400	0.7526	0.2522	0.2528	0.2538	0.2495	0.2506	0.2512	0.2522	0.2514	75
10	500	0.7526	0.2525	0.2530	0.2541	0.2494	0.2505	0.2511	0.2522	0.2508	75
11	1000	0.7526	0.2504	0.2511	0.2521	0.2485	0.2492	0.2499	0.2509	0.2507	75
12	2000	0.7526	0.2491	0.2496	0.2510	0.2479	0.2481	0.2485	0.2499	0.2503	75
13	3000	0.7526	0.2517	0.2523	0.2533	0.2490	0.2498	0.2504	0.2513	0.2505	75
14	4000	0.7526	0.2540	0.2540	0.2554	0.2499	0.2513	0.2513	0.2526	0.2505	75
15	5000	0.7526	0.2496	0.2503	0.2514	0.2482	0.2484	0.2491	0.2502	0.2505	75

Tabel 5. Hasil pembelajaran dengan metode pelatihan *Back Propagation* dengan 5 neuron pada lapisan tersembunyi

Pengujian	Epoch	MSE	Output neuron (pembelajaran)				Output neuron (pengujian)				Tingkat akurasi Pengujian (%)
			Melon	Alkohol	Bensin	Minyak tanah	Melon	Alkohol	Bensin	Minyak tanah	
1	10	2.1026	0.7281	0.7680	0.9008	0.8645	0.7160	0.7578	0.8987	0.8664	25
2	20	1.4067	0.4516	0.3226	0.8496	0.6953	0.4388	0.3153	0.8442	0.7022	25
3	30	0.8428	0.2941	0.3115	0.3532	0.4463	0.2882	0.3059	0.3454	0.4645	75
4	40	0.7683	0.2756	0.30451	0.2741	0.2586	0.2696	0.2972	0.2683	0.2714	75
5	50	0.7628	0.2608	0.2567	0.2611	0.2520	0.2560	0.2519	0.2555	0.2642	75
6	100	0.7614	0.2529	0.2585	0.2597	0.2471	0.2475	0.2510	0.2537	0.2569	75
7	200	0.7617	0.2457	0.2492	0.2543	0.2416	0.2408	0.2445	0.2495	0.2532	75
8	300	0.7614	0.2482	0.2506	0.2555	0.2419	0.2426	0.2452	0.2503	0.2526	75
9	400	0.7516	0.2530	0.2663	0.2592	0.2756	0.2474	0.2579	0.2542	0.2789	75
10	500	0.7592	0.1192	0.1109	0.4200	0.5403	0.2410	0.2434	0.2497	0.2567	75
11	1000	0.5374	0.1157	0.1072	0.4385	0.5463	0.1192	0.1109	0.4200	0.5403	100
12	2000	0.1681	0.0791	0.0114	0.2270	0.8474	0.0831	0.0131	0.2795	0.7808	100
13	3000	0.0706	0.0044	0.0840	0.1831	0.8897	0.0066	0.0618	0.2163	0.8214	100
14	4000	0.0503	0.0015	0.0163	0.1496	0.8259	0.0026	0.0149	0.2092	0.7697	100
15	5000	0.0498	0.0208	0.00816	0.1578	0.9219	0.0139	0.0154	0.3573	0.7180	100

Tabel 6. Hasil pembelajaran dengan metode pelatihan *Back Propagation* dengan 10 neuron pada lapisan tersembunyi

Pengujian	Epoch	MSE	Output neuron (pembelajaran)				Output neuron (pengujian)				Tingkat akurasi Pengujian (%)
			Melon	Alkohol	Bensin	Minyak tanah	Melon	Alkohol	Bensin	Minyak tanah	
1	10	2.5897	0.9905	0.9966	0.6358	0.9983	0.9907	0.9967	0.6034	0.9983	25
2	20	2.4417	0.9658	0.5137	0.9871	0.9865	0.9653	0.4832	0.9873	0.9868	25
3	30	2.8582	0.9533	0.9506	0.9945	0.9971	0.9522	0.9491	0.9946	0.9972	25
4	40	2.9028	0.9870	0.9967	0.9966	0.9443	0.9871	0.9968	0.9967	0.9453	25
5	50	2.3738	0.9860	0.2633	0.9790	0.9846	0.9860	0.2532	0.9790	0.9849	25
6	100	0.7755	0.2375	0.2456	0.2602	0.2974	0.2311	0.2387	0.2491	0.3221	75
7	200	0.7704	0.2385	0.2470	0.2544	0.2397	0.2299	0.2388	0.2463	0.2627	75
8	300	0.7506	0.2443	0.2382	0.2471	0.2817	0.2354	0.2337	0.2406	0.2979	75
9	400	0.3595	0.0760	0.1082	0.3944	0.6785	0.0807	0.1159	0.3693	0.6317	100
10	500	0.5128	0.0809	0.1123	0.4491	0.5420	0.0822	0.1092	0.4380	0.5306	100
11	1000	0.0929	0.0329	0.0317	0.1999	0.8589	0.0350	0.0410	0.2299	0.7924	100
12	2000	0.0955	0.0072	0.0185	0.1296	0.9083	0.0092	0.0164	0.2370	0.8248	100
13	3000	0.0116	0.0010	0.0322	0.0690	0.9407	0.0014	0.0262	0.1298	0.8796	100
14	4000	0.0241	0.0001	0.0320	0.0727	0.9367	0.0009	0.0065	0.3206	0.6884	100
15	5000	0.0039	0.0183	0.0227	0.0430	0.9587	0.0177	0.0209	0.0723	0.9223	100

Tabel 7. Hasil pembelajaran dengan metode pelatihan *Back Propagation* untuk pengujian melon

Pengujian	Jumlah neuron pada lapisan tersembunyi	Epoch	MSE	Output neuron (pembelajaran)				Output neuron (pengujian)	Tingkat akurasi Pengujian (%)
				Melon	Alkohol	Bensin	Minyak tanah	Melon	
1	1	1000	0.7526	0.2504	0.2509	0.2521	0.2484	0.2492	100
2	1	2000	0.7526	0.2507	0.2510	0.2526	0.2486	0.2496	100
3	1	3000	0.7525	0.2565	0.2549	0.2576	0.2507	0.2446	100
4	1	4000	0.7526	0.2509	0.2510	0.2526	0.2486	0.2492	100
5	1	5000	0.7526	0.2510	0.2510	0.2528	0.2487	0.2489	100
6	5	1000	0.5622	0.1584	0.2060	0.3178	0.5098	0.0743	100
7	5	2000	0.0839	0.0855	0.0073	0.2114	0.8584	0.0065	100
8	5	3000	0.0404	0.0025	0.0236	0.2256	0.8863	0.0017	100
9	5	4000	0.0235	0.0014	0.0726	0.0913	0.8896	0.0005	100
10	5	5000	0.0162	0.0008	0.0579	0.0731	0.9088	0.0004	100
11	10	1000	0.1280	0.0105	0.0623	0.2476	0.8409	0.0191	100
12	10	2000	0.0232	0.0016	0.0615	0.0732	0.9246	0.0107	100
13	10	3000	0.0143	0.0008	0.0582	0.0616	0.9172	0.0003	100
14	10	4000	0.0068	0.0002	0.0366	0.0430	0.9545	0.0012	100
15	10	5000	0.0052	0.0011	0.0341	0.0412	0.9564	0.0021	100

Hasil pelatihan menggunakan *Artificial Neural Network* dengan model *Multi Layer Perceptron* dengan metode pelatihan *Back Propagation*, untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pembelajaran, dengan kemampuan jaringan dalam memberikan respon yang benar terhadap pola masukan selama pengujian. Tingkat akurasi pembelajaran untuk mengklasifikasi melon pada 5000 epoch, dengan 1 neuron pada lapisan tersembunyi sebesar 24,74%, dengan 5 neuron pada lapisan tersembunyi sebesar 98,36% dan dengan 10 neuron pada lapisan tersembunyi sebesar 99,48%. Tingkat akurasi pada saat pengujian sebesar 100 %.

Penggunaan perangkat FPGA dalam menangani pengukuran frekuensi (counter) secara paralel, latch, encoder, dan komunikasi serial dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Estimasi Penggunaan Perangkat FPGA

Device Utilization Summary (estimated values)				
Logic Utilization	Used	Available	Utilization	
Number of Slices	100	4656		2%
Number of Slice Flip Flops	137	9312		1%
Number of 4 input LUTs	155	9312		1%
Number of bonded IOBs	8	232		3%
Number of GCLKs	3	24		12%

5. KESIMPULAN

Alat identifikasi odor dibuat untuk dapat membedakan beberapa jenis odor yang diujikan. Metode yang digunakan adalah menggunakan deret sensor resonator kuarsa yang dilapisi dengan polimer yang berbeda. Perangkat FPGA digunakan untuk pengukuran frekuensi (counter) secara paralel, latch, encoder, dan komunikasi serial. *Artificial neural network* dengan model *Multi Layer Perceptron* dengan metode pelatihan *Back Propagation* digunakan untuk mengetahui tingkat klasifikasi jenis odor. Tingkat akurasi pembelajaran untuk mengklasifikasi melon pada 5000 epoch, dengan 1 neuron pada lapisan tersembunyi sebesar 24,74%, dengan 5 neuron pada lapisan tersembunyi sebesar 98,36% dan dengan 10 neuron pada lapisan tersembunyi sebesar 99,48%. Tingkat akurasi pada saat pengujian sebesar 100%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Misbah,(2009),” Implementasi FPGA Sebagai Digital Interface Pada Sensor Gas Resonator Kuarsa Untuk Mendeteksi Amoniak”, Tesis S2, Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, ITS, Surabaya.
- Peter Schulze Lammers and Yuwono. A , (2004),” *Odor Pollution in the Environment and the Detection Instrumentation*”, *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Invited Overview Paper. Vol. VI.*
- Ping Chang and,Jeng-Shong Shih, (2002),” *The Application of Back Propagation Neural Network of Multi-channel Piezoelectric Quartz Crystal Sensor for Mixed Organic Vapours*”, *Tamkang Journal of Science and Engineering*, Vol. 5, No. 4, pp. 209-217.
- Suhap Sahin, Yasar Becerikli, and Suleyman Yazici, (2006), “*Neural Network Implementation in Hardware Using FPGAs*”, Department of Computer Eng., Kocaeli University, Izmit ,Turkey.
-----<http://www.xilinx.com/bvdocs/publications/ds312.pdf>