

Model Kontrol Otomatik Sebagai Identifikasi Awal Dalam Lingkungan Dinamis

S.N.M.P. Simamora¹, R. H. Karima Sari²

¹Pusat Studi Telematika dan Kontrol, ²Pusat Studi Elektronika Komputasi dan Kontrol

¹FTI, Univ. BALE Bandung, ²Politeknik TELKOM

Bandung, Indonesia

Email : pusitell@gmail.com, puselkom@hotmail.com

Abstrak—Probability and unpredictable nature are some things that become a challenge in the automatic control technique controls to keep stable condition. One role of the automatic control engineering is on the supervision and control of waste and toxic gases such as CO, CO₂ and CH₄. These gas are very dangerous and have a strong level of toxicity in the risk of the cause of death; while also extremely prone to fires (ie, methane). This research has been carried out some of tests and experiments with the application of the automatic control technique at the initial identification in a dynamic environment conditioning using three examples of toxic and harmful gases. These toxic and harmful gases are being used as an object model that are: CO, CO₂ and CH₄. The results show quite precise automatic control technique in identifying and quick detection of gas when entering the protected environment. The method used is quantitative model of direct observation and feedback. Parameter as a reference is the change in voltage magnitude of the observed use of digital-based measuring instruments.

Kata Kunci automatic control technique; dynamic environment; voltage magnitude; gas identification; feedback

I. PENDAHULUAN

Tantangan terbesar dalam peranan teknik kontrol otomatis terletak pada kapabilitas kemampuan instrumen dalam pengendalian sifat dan kondisi lingkungan dinamis dan realistis. Hal yang terpenting dan selalu menjadi fokus utama persoalan adalah pengendalian, pengawasan dan identifikasi untuk konsentrasi gas beracun yang senantiasa ada pada lingkungan sekitar yang selalu bersifat dinamis. Dan gas beracun kadangkala merupakan uraian alamiah pada sejumlah senyawa yang berbahaya bagi kesehatan. Dan konsentrasi senyawa yang membahayakan kesehatan semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi di bidang pangan, sandang, furniture, kosmetik, farmasi, telekomunikasi, komputer, medik, dan sistem pembangkit tenaga (*power systems*). Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai perkakas, instrumen, dan peralatan mengalami kemajuan signifikan dalam efisiensi *operational-cost* serta efektivitas proses; dan ini menuntut rekayasa material dalam pembuatannya dan cenderung berdampak negatif. Hal ini mulai dari radiasi, polutan, serta kontaminasi dari residu, saat

digunakan oleh *end-user* [1][2][3]. Khususnya lagi pada senyawa beracun seperti: CO (karbon-monoksida), CO₂ (karbon-dioksida), dan CH₄ (metana) yang saat ini mendominasi residu hasil pemakaian berbagai produk. Oleh sebab itu dalam penelitian ini telah dilakukan pengujian pada beberapa produk kosmetik yakni *deodorant-spray* dan *hair-spray* yang diistilahkan sebagai *suspect* objek.

Rangkaian dan model teknik kontrol otomatis senantiasa selalu dikembangkan dalam penanganan konsentrasi senyawa beracun yang dilepaskan ke alam-bebas dan udara. Dan sebagaimana mestinya bahwa teknik kontrol otomatis sudah umum digunakan untuk fungsi kerja yang bersifat *high-risk* dan memiliki keunggulan *high-precision* [4][5][6]. Dibangun dengan elemen utama mikrokontroler, dan umumnya yang digunakan adalah: ATMega8535 [4][5], ATMega16 [7], ATMega 328 [8]. Antar-muka utama pada sistem kontrol terhadap lingkungan atau objek yang 'diawasi' adalah sebuah sensor yang dapat mendeteksi sensitivitas yang terukur dalam nilai analog. Contoh lingkungan ekstrim yang umum menggunakan sistem kontrol otomatis dalam rangkaian kerja dan proses instalasi yang dilakukan yakni seperti: konstruksi bawah-laut, eksplorasi bahan-tambang dan minyak, pelapis *heat* pada pesawat ruang-angkasa, deteksi bahan peledak, dan alat-transportasi [6][9][10]. Demikian juga dalam bidang medik, *private-security environment*, dan robotik yang sangat bergantung pada sistem kontrol otomatis untuk tujuan akurasi dan keselamatan kerja serta kepastian hasil pemrosesan [4][7][8][11][12].

Model kontrol otomatis yang dikembangkan dalam penelitian ini melibatkan tiga komponen utama yakni: *suspect* objek terproteksi, lingkungan dinamis yang telah diisolir dalam bentuk wahana, dan instrumen yang bekerja dengan teknik kontrol otomatis. Masukan-luaran dimodelkan menggunakan teknik *multiple-input/dual-output* berdasar pengembangan [14][15]. Dan pada penelitian ini telah dibangun sebuah model pengujian otomatis berbasis mikrokontroler dengan kasus deteksi suatu senyawa beracun, sebagai *suspect* objek, dimana merujuk dan berdasar [3][13] logam dalam bentuk *liquid* dan *gas* merupakan kandungan senyawa yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Dan apabila terpapar dan dikonsumsi dalam rentang waktu yang lama bisa

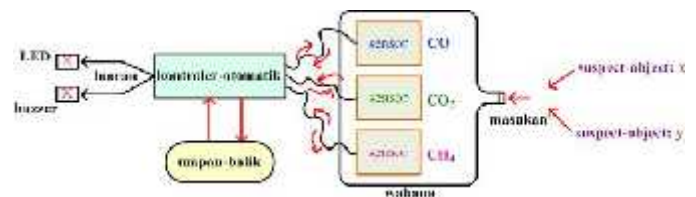
menyebabkan penyakit genetik [13]. *Sampling* objek yang diujikan adalah produk golongan kosmetik dan sejenisnya serta diduga mengandung senyawa beracun [2][3][13], seperti: CO, CO₂, dan CH₄. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, dengan perkembangan teknologi material dan rekayasa pada bahan *polymer* menyebabkan kombinasi senyawa utama dengan senyawa tambahan dibutuhkan untuk memenuhi level optimal yang dicapai sesuai kebutuhan; antara lain seperti: tingkat-mematikan namun aman saat ‘tercium’ (pestisida/racun-serangga), aroma-tajam dan tahan-lama (parfum, pengharum-ruangan), pengawet bahan-pangan/makanan, deterjen, serat-pelapis pada produk komputer, kendaraan dan elektronika; pembungkus-obat, dan cat-bangunan.

II. METODE PENELITIAN

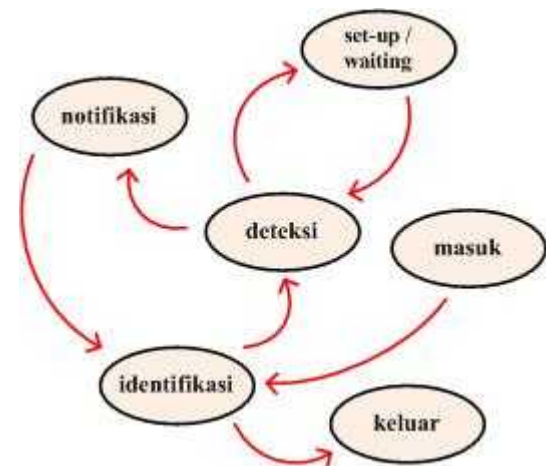
Metode merupakan rangkaian sejumlah teknik yang dilakukan saat pengujian berdasar skenario dilakukan sebagai dasar kegiatan ilmiah untuk mendapatkan hasil lebih objektif [16]. Dan sebagai dukungan dalam pemodelan dan pembuatan *prototype*, maka dalam penelitian ini digunakan beberapa *tools* dan alat-bantu seperti: Proteus v7.1 (perannya untuk mendesain rangkaian/sirkuit sistem kontrol otomatis), CodeVision AVR v2.05.0 (perannya untuk mengisikan instruksi ke dalam mikrokontroler), serta multimeter untuk mengukur besaran fisis seperti tegangan (V_k) dan kuat-arus (i_k). Untuk sirkuit pendeteksi sensitivitas terhadap senyawa beracun yang diteliti adalah menggunakan modul fabrikasi, yakni: modul sirkuit MG-811, yakni berperan untuk mendeteksi senyawa CO₂; modul sirkuit MQ-7, yakni berperan untuk mendeteksi senyawa CO; dan modul sirkuit TGS2611-E00, yakni berperan untuk mendeteksi senyawa CH₄.

Adapun serangkaian kegiatan penelitian yang telah dilakukan dimulai dari tahapan observasi tentang profil senyawa beracun yang diamati yakni: CO, CO₂, dan CH₄; tingkat-berbahaya bagi kesehatan manusia yang terukur dalam *part-per-million* (ppm), rangkaian dan sirkuit mikrokontroler; dalam penelitian ini menggunakan ATmega 8535 dengan alasan kemudahan, efisiensi operasional dan efektivitas pembuatan. Selanjutnya dilakukan dengan pengumpulan data yang bertujuan untuk mendapatkan *ratio* senyawa beracun yang terukur dalam mikrokontroler yang akan dirancang; disamping juga untuk mendapatkan akuisisi data terhadap CO, CO₂ dan CH₄. Lalu dilanjutkan dengan penyusunan dan pembuatan rancangan sistem kontrol otomatis berdasar model yang telah disusun. Dari tahapan ini dilanjutkan ke proses pembuatan sistem sesungguhnya. Dari sistem yang telah dibangun dilakukan tahapan pengujian untuk mendapatkan hasil berdasar pengamatan terhadap alat-ukur yang digunakan. Selanjutnya berdasar hasil pengujian ditarik kesimpulan perihal identifikasi senyawa beracun menggunakan model pengujian sistem kontrol otomatis, serta pemetaan CO, CO₂ dan CH₄ terhadap produk kosmetik yang digunakan sebagai *sampling* uji-coba. Pemetaan yang dimaksud tersebut adalah melihat hasil deteksi yang dijalankan oleh sistem kontrol otomatis saat objek *sampling* secara bergantian disemprotkan pada ketiga sensor.

Nilai sasaran sebagai acuan untuk penilaian hasil pengujian adalah *ratio* pada besaran perubahan tegangan di alat-ukur. Dan untuk mendapatkan *ratio* nilai tegangan saat masing-masing sensor mendeteksi senyawa beracun-tujuan yakni mendapatkan nilai tegangan-observasi (V_{obs}) sebelum dan sesudah objek *sampling* uji-coba disemprotkan dengan jarak tertentu mengarah kepada *header* sensor selama periode waktu- t . Dan tegangan-observasi (V_{obs}) dibandingkan dengan tegangan-referensi (V_{ref}) telah dideklarasikan dan diinisialisasi ke dalam mikrokontroler; setiap sensitivitas CO, CO₂, dan CH₄ memiliki tegangan-referensi yang berbeda. Produk yang dijadikan objek *sampling* adalah *deodorant-spray* dan *hair-spray*, yang diuji dengan cara menyemprotkan secara bergantian pada ketiga sensor sistem kontrol otomatis tersebut.

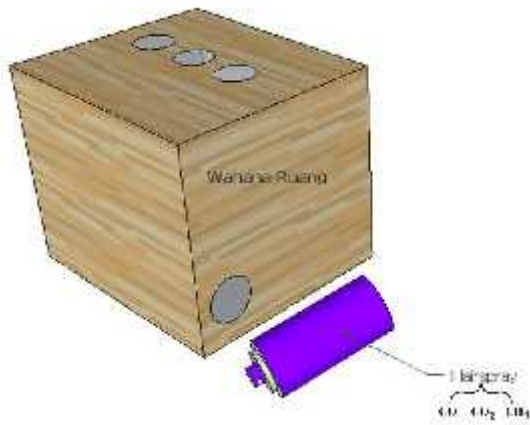


Gambar 1. Model rancangan alat teknik kontrol otomatis dalam identifikasi gas suspect



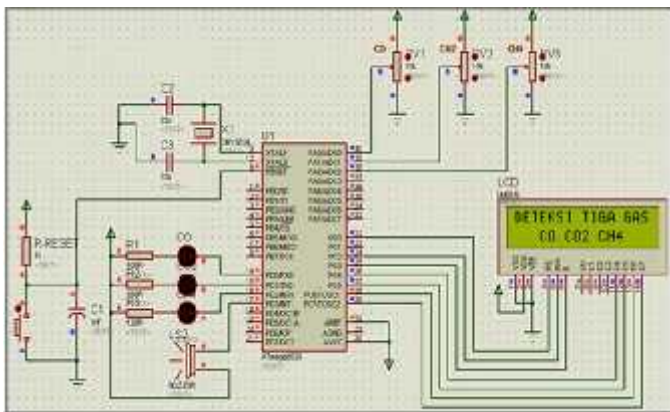
Gambar 2. Diagram antar-state dalam pengujian kontrol otomatis untuk identifikasi senyawa beracun

Kondisi ideal kemungkinan sulit untuk dibangun, namun penciptaan suatu lingkungan mendekati kondisi ideal adalah hal yang masih memungkinkan untuk dilakukan. Hal inilah disiasati dengan merepresentasikan lingkungan dinamis pada wahana yang dibuat untuk tujuan mengisolir gas *suspect* percobaan. Oleh sebab itu agar hasil yang didapatkan pada pengujian bisa terukur dengan cermat, serta menghindari faktor gangguan lingkungan sekitar, maka dilakukan penyederhanaan kondisi dalam hal pengujian kandungan senyawa beracun pada produk *sampling*; yakni disusun suatu wahana sebagai media pengujian. Produk *sampling* uji-coba yang diambil berbentuk *deodorant-spray* dan *hair-spray* sehingga memudahkan dalam mekanisme penyemprotan pada *interface* ketiga sensor.



Gambar 3. Model kontrol otomatis dalam identifikasi awal pada lingkungan dinamis

Penyemprotan *suspect* objek pada ketiga sensor dilakukan untuk n-kali semprot, dengan asumsi 1-kali semprot jumlah *spray* yang dikeluarkan adalah sama untuk masing-masing selanjutnya n-kali semprot. Oleh sebab itu, penyemprotan dilakukan sebanyak 10 kali langsung pada *interface* sensor dan pengamatan dicatat pada besaran tegangan-observasi untuk masing-masing multimeter yang tertera.



Gambar 4. Rangkaian sirkuit yang dirancang dalam model kontrol otomatis

Oleh sebab setiap instrumentasi memiliki nilai *threshold* untuk identifikasi objek yang akan diidentifikasi, maka pada sirkuit sistem kontrol di-*set* pada nilai tegangan (yang disebut tegangan-referensi, V_{ref} , dalam *volt*, **V**) yakni: CO, $V_{ref}=1.31V$; CO₂, $V_{ref}=0.79V$; CH₄, $V_{ref}=0.793V$. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan pada pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada Pers.(1) dan (2). Nilai-nilai untuk setiap V_{ref} tersebut didapatkan dari tahapan pra-pengujian dengan cara metode *trial-and-error*, sampai didapatkan nilai *threshold*.

Ratio untuk 1-kali penyemprotan:

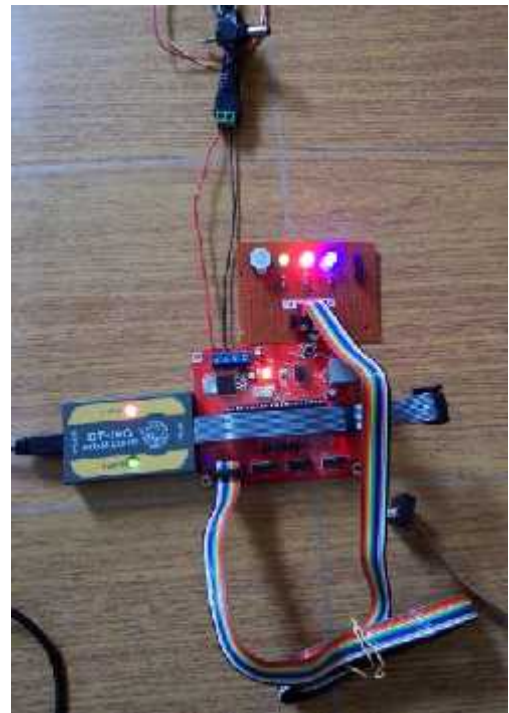
$$r = \frac{V_{obs}^*}{V_{ref}} \quad (1)$$

dimana, LED/buzzer menyala apabila $V_{obs}^* \geq V_{obs}$; V_{obs}^* merupakan tegangan-observasi setelah penyemprotan

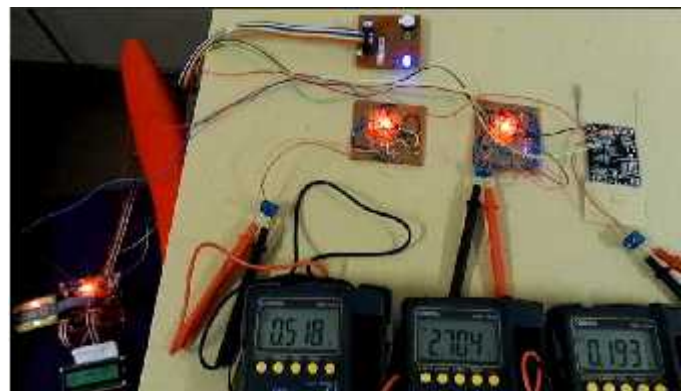
sedangkan V_{obs} merupakan tegangan-observasi sebelum penyemprotan.

Maka untuk n-kali penyemprotan dengan selang waktu antar ke-n penyemprotan adalah sama; rata-rata *ratio* dapat dihitung dengan Pers.(2). Pada pengujian ditetapkan bahwa selang waktu antar ke-n penyemprotan selama 45 menit, dengan maksud agar residu diasumsikan telah habis (kondisi wahana telah bersih).

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n r_i \quad (2)$$



Gambar 5. Prototype model kontrol otomatis sebagai identifikasi awal dalam lingkungan dinamis



Gambar 6. Teknik dan mekanisme pengukuran tegangan pada sistem untuk mendapatkan nilai *ratio*

III. PEMBAHASAN

Mekanisme pengujian dilakukan secara pengamatan besaran pada tegangan-observasi yang tertera dengan multimeter, setelah penyemprotan dilakukan ke dalam wahana dengan ukuran 46 cm x 42 cm x 90 cm. Hal ini seperti telah ditunjukkan pada Gambar 3. Hasil pengamatan dengan produk *sampling* untuk *suspect* objek sebuah *deodorant-spray* ditunjukkan pada Tabel 1 sampai dengan 3, dan disertakan dengan *ratio* V_{obs}^* terhadap V_{ref} beserta kondisi LED/buzzer.

Tabel 1. Hasil pengujian deodorant-spray untuk deteksi CO

Pengujian ke-i	V_{ref}	V_{obs}	V_{obs}^*	r	Kondisi LED/buzzer
1	1.310	1.291	1.791	1.367	nyala
2	1.310	1.272	1.731	1.321	nyala
3	1.310	1.262	1.291	0.985	mati
4	1.310	1.282	1.682	1.284	nyala
5	1.310	1.281	1.591	1.215	nyala
6	1.310	1.271	1.293	0.987	mati
7	1.310	1.291	1.782	1.360	nyala
8	1.310	1.281	1.753	1.338	nyala
9	1.310	1.283	1.291	0.985	mati
10	1.310	1.272	1.681	1.283	nyala
				$\bar{r} = 1.213$	

Tabel 2. Hasil pengujian deodorant-spray untuk deteksi CO₂

Pengujian ke-i	V_{ref}	V_{obs}	V_{obs}^*	r	Kondisi LED/buzzer
1	0.790	0.751	0.771	0.976	mati
2	0.790	0.761	0.801	1.014	nyala
3	0.790	0.772	0.781	0.989	mati
4	0.790	0.752	0.811	1.027	nyala
5	0.790	0.774	0.802	1.015	nyala
6	0.790	0.771	0.782	0.990	mati
7	0.790	0.772	0.811	1.027	nyala
8	0.790	0.762	0.772	0.977	mati
9	0.790	0.773	0.782	0.990	mati
10	0.790	0.762	0.811	1.027	nyala
				$\bar{r} = 1.003$	

Tabel 3. Hasil pengujian deodorant-spray untuk deteksi CH₄

Pengujian ke-i	V_{ref}	V_{obs}	V_{obs}^*	r	Kondisi LED/buzzer
1	0.793	0.771	0.811	1.023	nyala
2	0.793	0.770	0.809	1.020	nyala
3	0.793	0.772	0.779	0.982	mati
4	0.793	0.762	0.901	1.136	nyala
5	0.793	0.773	0.822	1.037	nyala
6	0.793	0.772	0.784	0.989	mati
7	0.793	0.770	0.827	1.043	nyala
8	0.793	0.769	0.771	0.972	mati
9	0.793	0.767	0.887	1.119	nyala
10	0.793	0.773	0.781	0.985	mati
				$\bar{r} = 1.031$	

Terlihat pada pengujian untuk *deodorant-spray*, kandungan CO mendominasi dibandingkan CO₂ dan CH₄. Walaupun pada hasil pengujian CH₄ terlihat sebaran deteksi oleh sistem kontrol yakni perbandingan indikator LED/buzzer untuk masing-masing kondisi *identified* dan *non-identified* adalah 6:4, namun jika berhadapan dengan sesuatu yang bersifat beracun adalah hal mutlak yang tetap selalu diwaspadai.

Selanjutnya dilakukan pengujian produk *sampling* untuk *suspect* objek sebuah *hair-spray*. Hasil penyemprotan yang telah dilakukan ke dalam wahana, melalui *interface* sensor ditunjukkan pada Tabel 4 sampai dengan 6.

Tabel 4. Hasil pengujian hair-spray untuk deteksi CO

Pengujian ke-i	V_{ref}	V_{obs}	V_{obs}^*	r	Kondisi LED/buzzer
1	1.310	1.297	2.297	1.754	nyala
2	1.310	1.279	2.737	2.089	nyala
3	1.310	1.267	2.292	1.749	nyala
4	1.310	1.286	2.682	2.048	nyala
5	1.310	1.286	2.595	1.981	nyala
6	1.310	1.274	2.294	1.751	nyala
7	1.310	1.294	1.988	1.518	nyala
8	1.310	1.285	2.280	1.740	nyala
9	1.310	1.285	2.074	1.583	nyala
10	1.310	1.275	2.628	2.006	nyala
				$\bar{r} = 1.822$	

Tabel 5. Hasil pengujian hair-spray untuk deteksi CO₂

Pengujian ke-i	V_{ref}	V_{obs}	V_{obs}^*	r	Kondisi LED/buzzer
1	0.790	0.705	0.725	0.918	mati
2	0.790	0.702	0.712	0.901	mati
3	0.790	0.709	0.712	0.901	mati
4	0.790	0.705	0.732	0.926	mati
5	0.790	0.702	0.729	0.923	mati
6	0.790	0.707	0.711	0.899	mati
7	0.790	0.703	0.711	0.900	mati
8	0.790	0.703	0.713	0.902	mati
9	0.790	0.705	0.714	0.903	mati
10	0.790	0.705	0.711	0.899	mati
				$\bar{r} = 0,907$	

Tabel 6. Hasil pengujian hair-spray untuk deteksi CH₄

Pengujian ke-i	V_{ref}	V_{obs}	V_{obs}^*	r	Kondisi LED/buzzer
1	0.793	0.700	0.802	1.011	nyala
2	0.793	0.677	0.791	0.997	mati
3	0.793	0.713	0.798	1.007	nyala
4	0.793	0.696	0.806	1.016	nyala
5	0.793	0.703	0.809	1.021	nyala
6	0.793	0.702	0.799	1.008	nyala
7	0.793	0.700	0.8	1.009	nyala
8	0.793	0.700	0.804	1.014	nyala
9	0.793	0.694	0.791	0.998	mati
10	0.793	0.701	0.798	1.006	nyala
				$\bar{r} = 1.009$	

Jika dibandingkan dengan hasil pengujian CH₄ yang diamati pada *suspect* objek untuk *deodorant-spray*, terlihat pada *hair-spray* bahwa disparitas indikator yang ditunjukkan pada LED/*buzzer* mayoritas memberi *result* adalah teridentifikasi mengandung CH₄. Walaupun nilai *r* yang didapatkan lebih kecil atau di bawah dari *deodorant-spray*. Namun dari kedua hasil yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan 6 memberi informasi bahwa kedua *suspect* objek tersebut telah terindikasi mengandung senyawa beracun CH₄.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 7, masing-masing modul sensor adalah hasil fabrikasi, sehingga bisa diasumsikan kalibrasi sensitivitas instrumen telah berjalan dengan baik. Dengan demikian setiap nilai *r* yang didapatkan telah berasal dari cuplikan representasi kondisi kandungan senyawa yang diamati pada *suspect* objek.



Gambar 7. Modul sensor untuk CO(MQ-7), CO₂(MG-811), dan CH₄ (TGS2611-E00)

IV. KESIMPULAN

Identifikasi awal dalam *suspect* objek *high-risk* yang direpresentasikan dengan deteksi kandungan senyawa beracun yang telah dilakukan untuk gas *suspect* yakni: CO, CO₂, dan CH₄ diidentifikasi dari perubahan besaran tegangan yang terukur pada instrumen alat-ukur. Hasil identifikasi terlihat dari menyala atau tidak-nya LED/*buzzer* untuk setiap indikator senyawa sebagai *suspect*, yang secara tidak langsung berasal dari *ratio* tegangan-observasi setelah penyemprotan (*V_{obs}**) terhadap tegangan-referensi (*V_{ref}*). Sehingga dengan demikian, berdasar pengujian yang telah dilakukan, dapat dirumuskan parameter konstanta_{sensitivitas} pada Pers.(3) dengan besaran uji-pembandingan adalah tegangan terukur.

$$\frac{V_{observed}}{V_{reference}} = \text{konstanta}_{sensitivitas} \tag{3}$$

Berdasarkan hasil pengujian untuk produk *sampling* yakni *hair-spray* yang diuji-coba mengindikasikan serta menunjukkan bahwa kandungan senyawa beracun CO lebih mendominasi dibandingkan CH₄ dan CO₂. Serta yang lebih kecil dibandingkan senyawa yang lain adalah CO₂ dengan *range*: 0.90 < *r* ≤ 1.00304.

Dan selanjutnya berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa semakin besar konstanta_{sensitivitas}, maka semakin tinggi indikasi kandungan senyawa beracun pada *suspect* objek. Walaupun tidak disertakan dengan nilai ppm yang terkandung, namun hal ini telah cukup menginformasikan identifikasi

senyawa beracun, yakni: CO, CO₂, dan CH₄ pada *suspect* objek tersebut.

Produk-produk kosmetik dan sejenisnya terutama yang mengandung *aerosol* untuk memberi aroma (wangi/harum), disarankan jauh dari jangkauan anak-anak oleh sebab berdasar hasil pengujian sangat dominan mengandung kandungan senyawa racun, khususnya karbon-monoksida, yang membahayakan bagi kesehatan. Terlebih lagi apabila mengenai mata, mulut, dan kulit karena ‘sarat’ bahkan kompleks akan kandungan CO dan CH₄. Disamping itu juga dihimbau agar produk-produk tersebut tidak boleh dibuang sembarangan terlebih dibakar, khususnya lagi agar limbah buangan untuk produk-produk sejenis harus terkelola dengan baik. Hal inilah menjadi alasan mengapa pada label kemasan produk parfum atau pengharum ruangan, bahkan *hair-spray* dihimbau agar jauh dari jangkauan api serta tidak sembarang dalam membuangnya dalam bak/tong sampah bila sudah tidak terpakai lagi.

Walaupun pada hasil pengujian tidak terlihat nilai batas ambang untuk keadaan dan sifat ‘beracun’, namun dengan melihat faktor pencegahan dalam kesehatan dan keselamatan kerja, patut menjadi hal krusial untuk antisipasi dari keadaan yang membahayakan. *Suspect* objek yang telah diuji-cobakan telah cukup terbukti mengandung senyawa beracun: CO, CO₂, dan CH₄ dengan sistem deteksi kontrol otomatis sesuai dengan rancangan yang telah dibangun. Dan berdasar hasil pengujian, sistem kontrol otomatis ini telah berjalan dengan baik untuk menguji identifikasi kandungan senyawa beracun tersebut. Hal ini terlihat pada tabel pengamatan dan observasi langsung pada LED dan *buzzer*.

Model kontrol otomatis yang dibangun belum menyertakan ukuran kandungan senyawa yang dideteksi dalam ukuran ppm pada *display*. Dengan demikian untuk selanjutnya agar diupayakan ditambahkan modul khusus dalam mengukur konsentrasi gas *suspect* dalam senyawa beracun yang akan diperiksa agar informasi lebih lengkap dan memberi manfaat lebih baik lagi dalam hal kualitas.

Mekanisme teknis dalam penyemprotan cenderung ke arah posisi tengah. Oleh sebab itu disarankan, apabila ingin memfokuskan pada persoalan kandungan ppm yang ingin dideteksi yakni dalam hal akurasi nilai yang didapatkan, sangat membantu bila menggunakannya ruang-*buffer* sebelum kandungan senyawa *suspect* diarahkan pada ketiga *interface* sensor.

Kondisi kalibrasi instrumen yang digunakan sebagai alat-ukur merupakan hal mutlak yang harus diperhatikan sebelum alat digunakan untuk mengukur sistem yang diobservasi. Demikian juga dalam hal koneksi antar elemen-elemen komponen elektronika dalam sistem kontrol yang dibangun harus semaksimal mungkin direduksi faktor isolasi akibat mekanisme *soldering* yang kurang tepat.

REFERENSI

- [1] K.J. Broussard, R.E.Trahan. "Automatic Control System Failure Detection Via Parameter Identification Techniques". IEEE Proceedings of Southeastcon. 1991. vol.1. hal.176-180.
- [2] W. Schmid. "Consumption Measurements on SnO₂ Sensors In Low and Normal Oxygen Concentration". Dissertation. der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. 2004.
- [3] V. N. Mishra, R.P. Agarwal. "Sensitivity, Response And Recovery Time Of SnO₂ Based Thick-Film Sensor Array For H₂, CO, CH₄ and LPG". Microelectronics Journal, vol.29. 1998.hal. 861-874.
- [4] S.N.M.P. Simamora, A. Pratama. "Sistem Pemodelan Aktuator Lengan Tunggal Untuk Gerak Bidang Horizontal", Proceeding SNIT (Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi) 18 Mei 2013, Univ. BSI. Bandung. Hal.A187-A191. ISSN: 978-602-99213-4-2.
- [5] S.N.M.P. Simamora, D. Anggriawan. "Sistem Pemodelan Kestabilan Daya Dalam Kendali Beban Berdasar Suhu Kamar". IT Journal, STMIK Potensi Utama Medan, Vol.2 No.2. Oktober 2013: hal:113-122. ISSN:2252-746X.
- [6] B. G. Rich, G.Vandrish, R.Pomalis. "An Automated Detection System for Large Vehicle-Bombs". Proceedings. IEEE 34th Annual 2000 International Carnahan Conference on Security Technology. 2000. hal.201-206.
- [7] S.N.M.P. Simamora, D. R. Rahmalia, M.Dani. "Teknik Embedded-System Dalam Terapannya Untuk Membangun Sistem Deteksi Akses-Masuk Illegal", Proceedings, SEMANTIK 2012 Univ. Dian Nuswantoro Semarang, Sabtu 23 Juni 2012. hal:1-7. ISBN : 979-26-0255-0.
- [8] S.N.M.P. Simamora, F. Santosa. "Pemodelan dan Aktualisasi Gerak Harmonisasi pada Laju Robot Berkaki". Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia (Semnasteknomedia) 2014, STMIK AMIKOM Yogyakarta. 8 Februari 2014. ISSN: 2302-3805.
- [9] N. Neusel-Lange, C. Oerter, M.Zdrallek. "State Identification and Automatic Control of Smart Low Voltage Grids". The 3rd IEEE PES International Conference and Exhibition on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe), 2012. hal.1-6.
- [10] A. Tashk, M.Helfroush, V.Karimi. "An Automatic Traffic Control System Based on Simultaneous Persian License Plate Recognition And Driver Fingerprint Identification". 20th Telecommunications Forum (TELFOR), 2012. hal.1729-1732.
- [11] Z. Xiong, Y. Chen, R. Wang, T.S. Huang. "A Real Time Automatic Access Control System based on Face and Eye Corners Detection, Face Recognition and Speaker Identification". Proceedings. 2003 International Conference on Multimedia and Expo (ICME '03) 2003. Volume: 3. hal. III - 233-236.
- [12] O. Shoewu, O.T. Baruwa. "Design of a Microprocessor Based Automatic Gate". The Pacific Journal of Science and Technology. 2006. Vol.7, Number 1. hal.31-44.
- [13] V. Mudgal, N. Madaan, A. Mudgal, R.B. Singh, S. Mishra. "Effect of Toxic Metals on Human Health". The Open Nutraceuticals Journal. 2010, vol.3. hal.94-99.
- [14] S.N.M.P. Simamora, N. Zulmi "Sistem Kontrol Otomatik Dengan Model Single-Input-Dual-Output Dalam Kendali Efisiensi Umur-Pemakaian Instrumen". CSRID Journal Vol.6 No.3 Oktober 2014. STMIK POTENSI UTAMA Medan. hal.138-147. ISSN: 2085-1367.
- [15] S. Kazemi, M. Fotuhi-Firuzabad, M. Sanaye-Pasand, M. Lehtonen. "Impacts of automatic control systems of loop restoration scheme on the distribution system reliability". IET Generation, Transmission & Distribution. 2009. Volume: 3, Issue: 10. hal: 891-902.
- [16] I. Santana, M. Ferre, E. Izaguirre, R. Aracil, L. Hernandez. "Remote Laboratories for Education and Research Purposes in Automatic Control Systems". 2013. Volume: 9, Issue: 1. hal: 547-556.