

ROBOT PEMANTAU KUALITAS UDARA BERBASIS ANDROID

**Ekawati Prihatini¹, Sabilal Rasyad², Nyayu Latifah Husni^{3*}, Ade Silvia Handayani⁴,
Evelina⁵, Riska Handayani⁶**

Jurusan Teknik ElektroPoliteknik Negeri Sriwijaya Palembang

Email :

ABSTRAK

Udara adalah salah satu elemen penunjang kehidupan di muka bumi. Tanpa udara, manusia dan hewan tidak bisa bernafas, tumbuhan pun tidak bisa melakukan fotosintesis. Kualitas udara sering dipengaruhi oleh kontaminan pengotor. Karbon monoksida merupakan salah satu kontaminan pengotor tersebut. Zat ini memiliki sifat tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwana. Hal ini seringkali menyebabkan manusia tidak menyadari telah menghirup udara yang didominasi oleh gas mematikan ini. Akibatnya banyak manusia yang harus merelakan nyawanya dikarenakan ketidak tahuannya akan bahaya gas beracun ini. Banyak upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya masalah yang lebih besar akibat pencemaran udara ini. Salah satunya adalah merancang sebuah robot pemantau kualitas udara yang akan memberikan tanda adanya bahaya manakala konsentrasi gas karbon monoksida di sekitarnya mengalami peningkatan yang dapat mengancam nyawa manusia. Sensor TGS 2620 digunakan sebagai pendeteksi konsentrasi gas karbon monoksida pada lingkup tertentu. Hasil pembacaan sensor TGS2620 nantinya dilanjutkan dengan mengirimkan informasi ke android dengan module *bluetooth* HC-05 berupa peringatan jika terdapat peningkatan konsentrasi karbon monoksida pada lingkungan tersebut.

Kata kunci: TGS 2620, HC-05, *Bluetooth*, Karbon monoksida, Robot

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manusia dan hewan dapat hidup tanpa suplai makanan dan minuman selama beberapa menit atau beberapa jam ataupun bahkan beberapa hari. Namun, berbeda halnya dengan suplai udara, manusia tidak dapat hidup tanpa udara selama beberapa menit saja. Udara memainkan peranan penting dalam proses perombakan bahan makanan di dalam tubuh. Udara segar harus terdiri dari beberapa komponen gas seperti oksigen (O_2), nitrogen (N_2), karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), uap air (H_2O) dan bahan lain seperti debu, bau dan asap dengan jumlah dan persentase yang bervariasi (Kumar et al., 2016). Namun sayangnya, jumlah dan persentase tersebut dapat berubah secara sengaja ataupun tidak sengaja akibat aktivitas manusia ataupun dikarenakan alasan industri.

Karbon Monoksida (CO) merupakan salah satu zat yang turut andil pada pencemaran udara. Karbon monoksida merupakan pembunuh misterius yang tidak kelihatan. Gas ini merupakan gas yang tidak berbau, sehingga kadang kita tidak menyadari ketika kita menghirupnya. Keberadaan gas CO yang berlebihan di dalam udara akan sangat berbahaya karena gas itu akan menggantikan posisi oksigen yang berkaitan dengan haemoglobin dalam darah. Gas CO akan mengalir ke dalam jantung, otak, serta organ vital. Ikatan antara CO dan haemoglobin membentuk karboksihaemoglobin yang jauh lebih kuat 200 kali dibandingkan dengan ikatan antara oksigen dan haemoglobin

Untuk memantau keadaan udara di sekitar, digunakan sensor gas yang ditanamkan pada robot. Penggunaan robot ini dimaksudkan untuk memperluas area pemantauan. Dengan kemampuan bergerak ke segala arah memungkinkan robot

untuk memantau ke area yang mungkin tidak dapat dijangkau oleh sensor gas statik. Untuk informasi keadaan gas di lingkungan yang dipantau, digunakan *bluetooth* yang akan mengirimkan data yang didapat ke android. Komunikasi ini bertujuan untuk melindungi operator dari terpapar gas beracun. Jadi dengan adanya robot pemantau ini, operator hanya memantau keadaan lingkungan melalui android di lokasi yang tidak terkena langsung paparan gas CO.

II. PENCEMARAN UDARA

Beberapa tahun terakhir, penelitian mengenai kualitas udara di dalam ruangan mendapat respon yang baik (Zhang et al., 2012), (Schütze, 2013), (Abraham & Li, 2014), (Vito & Fattoruso, 2012), (Kumar et al., 2016), and (Gibson & MacGregor, 2013). Hal ini dikarenakan munculnya kewaspadaan dan perhatian publik terhadap bahaya dari kualitas udara yang buruk di rumah ataupun di tempat kerja. Beberapa polutan yang turut andil dalam peningkatan polusi udara adalah Partikulat debu (PM), gas-gas seperti Ozone (O3), Nitrogen Dioksida (NO2), Karbon Monoksida (CO), Sulfur Dioksida (SO2); mikroba dan senyawa organik yang mudah menguap (VOCs).

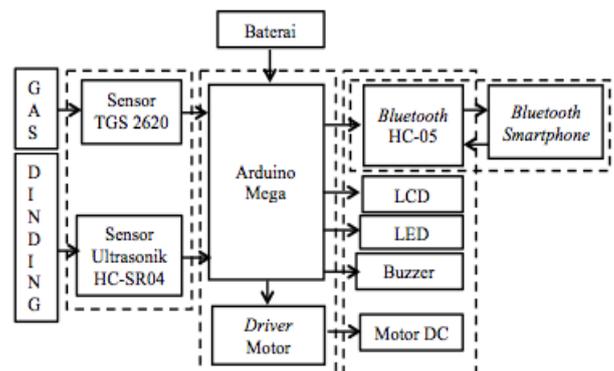
Perokok pasif merupakan salah satu hal yang menyebabkan munculnya berbagai penyakit. Keterbatasan utama ilmu pengetahuan mengenai bahaya polusi udara terhadap kesehatan disebabkan karena adanya ketidakmampuan menyamakan konsentrasi udara ruangan yang terukur dengan paparan personal (Bernstein et al., 2008). Pada kasus yang ekstrim, di ruangan yang tidak terpakai, paparan polutan pada lingkungan tersebut seringkali lebih halus dan tidak mudah dikenali. Terdapat beberapa istilah yang digunakan untuk membedakan beberapa penyakit yang diakibatkan oleh polusi udara di dalam ruangan, misalnya:

sindrom bangunan yang tidak terawat (*sick building syndrome*, SBS), sindrom jamur beracun (*toxic mold syndrome*), dan penyakit sensitif terhadap beberapa bahan kimia (*multiple chemical sensitivity*) (Bernstein et al., 2008). Di samping itu, Berstein juga menambahkan bahwa keterbatasan ilmu juga dipengaruhi oleh sedikitnya informasi mengenai tingkat paparan polusi udara di dalam ruangan yang diperbolehkan untuk rumah maupun di tempat kerja non-industri (Bernstein et al., 2008).

Untuk polutan pencemar udara yang muncul sebagai akibat reaksi kimia, misalnya gas CO, NO₂, Ozon, dan SO₂, rentang indeks standar pencemaran udaratelah diatur berdasarkan Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan NOMOR: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997, Tentang Pedoman TeknisPerhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara (Bapedal, 1997).

III. METODE PENELITIAN

Blok diagram robot pemantau kualitas udara pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Pada blok tersebut terdapat beberapa bagian penting sebagai penunjang robot pemanatau kualitas udara pada penelitian ini, diantaranya: Baterai lippo, sensor gas, sensor HC-SR04, Arduino Mega, *Driver Motor H-Bridge* dan Motor DC, serta Komunikasi *Bluetooth HC-05*.

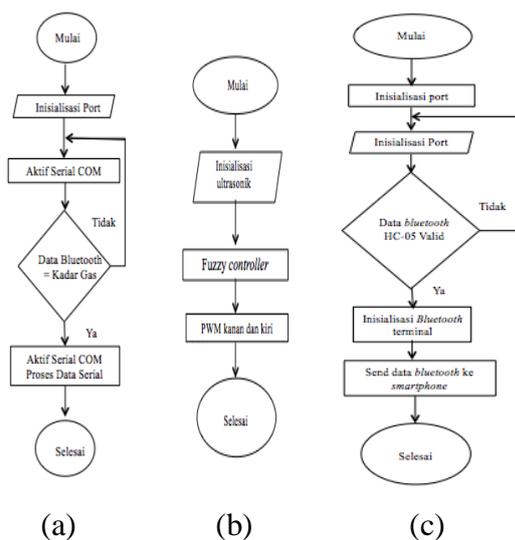


Gambar 1. Blok diagram robot pemantau kualitas udara

Pada robot pemantau ini, sensor gas TGS 2620 dipasang sebagai sensor pendeteksi keberadaan gas, *Liquid crystal display* (LCD) sebagai media penampil, serta modul *Buletooth* HC-05 sebagai media pengiriman komunikasi data ke *smartphone*, modul *Arduino Mega 2560* sebagai mikrokontroler pengontrol pada program, serta 2 buah motor DC sebagai unit penggerak dengan 3 buah sensor ultrasonik sebagai media sensor jarak yang berfungsi sebagai *mobile* robot tidak menabrak benda (mengikuti dinding).

Sensor ultrasonik HC-05 akan menjadi input masukan untuk kendali jalannya robot, kemudian input ini diproses pada mikrokontroler guna menghasilkan keputusan dalam mengontrol pergerakan motor dc. Kemudian ketika sensor TGS 2620 mendeteksi adanya gas, nilai konsentrasi dan kondisi lingkungan yang diterima oleh sensor TGS akan ditampilkan pada layar LCD, dan selanjutnya data yang telah didapat dikirim menggunakan modul *Buletooth* HC-05 pada robot. Kemudian robot akan berhenti secara otomatis. Setelah dikirim ke *bluetooth* HC-05, data selanjutnya diteruskan ke *android smartphone*.

Adapun *flowchart* robot pemantau kualitas udara dapat dilihat pada Gambar 2. *Flowchart* pada Gambar 2 (a) menunjukkan diagram alir *bluetooth*, Gambar 2 (b) menunjukkan diagram alir robot, dan Gambar 2 (c) menunjukkan diagram komunikasi *bluetooth* ke android.



Gambar 2. *Flowchart* robot pemantau kualitas udara

Adapun indikator LED dan android akan menampilkan kondisi lingkungan, apakah dalam kondisi aman, siaga, ataupun bahaya. Ketika sensor gas mendeteksi konsentrasi gas dengan nilai ADC 0-140, kondisi dalam keadaan normal, LED hijau menyala, dan *buzzer* nya dalam keadaan off. Ketika sensor gas mendeteksi konsentrasi gas dengan nilai ADC 141-250, kondisi dalam keadaan siaga, LED kuning menyala, dan *buzzer* juga dalam keadaan off. Namun, ketika sensor gas mendeteksi konsentrasi gas dengan nilai ADC 250-1023, kondisi dalam keadaan bahaya, LED merah menyala, dan *buzzer* nya dalam keadaan on, tampilan pada LCD menampilkan keadaan “Bahaya”

IV. HASIL DAN ANALISA

Untuk melihat keberhasilan robot pemantauan kualitas udara ini, dilakukan beberapa tahapan pengujian. Tahapan-tahapan tersebut dijelaskan berikut ini:

4.1. Pengujian Konsentrasi Gas

Pengujian pembacaan kadar gas dilakukan dengan cara meletakkan robot yang telah dilengkapi dengan sensor TGS 2620, pada posisi yang berhadapan langsung dengan sumber gas. Tabel 1 menunjukkan data yang telah diambil.

4.2. Pengujian Komunikasi

Pada tahap pengambilan komunikasi awal, modul *bluetooth* HC-05 diuji coba dengan mengubah-ubah jarak antara komunikai. Dari hasil percobaan dapat dilihat bahwa *Bluetooth* ini dapat mengirimkan data dengan jarak maksimal 16 m dengan kecepatan 2.8 s. Sebuah *stopwatch* digunakan untuk menghitung kecepatan pengiriman data. Hasil pengujian *bluetooth* HC-05 dapat dilihat Pada Tabel 2.

Tabel 1 Pengujian Konsentrasi Gas

No.	Jarak (m)	Nilai ADC		V _{RL} (mV)	R _S (Ω)
		Nilai Hexa	Nilai Biner		
1	0,1	300	001100000000	1080	3629
2	0,2	280	001010000000	1040	3807
3	0,3	210	001000010000	1006	3970
4	0,4	180	000110000000	921	4428
5	0,5	160	000101100000	818	5112
6	1	140	000101000000	708	6062
7	1,5	125	000100100101	610	7196
8	2	105	000100000101	529	8451
9	2,5	100	000100000000	517	8671
10	3	88	10001000	430	10627
11	3,5	82	10000010	411	11165
12	4	75	01110101	370	12513
13	5	70	01110000	341	13662
14	6	65	01100101	332	14060
15	7	56	01010110	280	16857
16	8	42	01000010	217	22041
17	9	42	01000010	217	22041
18	10	42	01000010	217	22041

Tabel 2 Pengujian Bluetooth HC-05

Jarak (m)	Kecepatan (s)	Hasil
1	1.3	Berhasil
2	1.3	Berhasil
3	1.4	Berhasil
4	1.5	Berhasil
5	1.6	Berhasil
6	1.6	Berhasil
7	1.8	Berhasil
8	2.0	Berhasil
9	2.0	Berhasil
10	2.2	Berhasil
11	2.3	Berhasil
12	2.4	Berhasil
13	2.4	Berhasil
14	2.5	Berhasil
15	2.6	Berhasil
16	2.8	Berhasil
17	-	Tidak berhasil
18	-	Tidak berhasil

4.3. Pengujian Kecepatan Motor dengan Logika Fuzzy

Pada penelitian ini robot yang digunakan akan mengikuti dinding (*wall follower*) dengan menggunakan teknik navigasi logikafuzzy. Metode ini lebih unggul dibandingkan metode *wall follower* mwnggunakan kendali PID. Metode logikafuzzy mamdani Min-Max, digunakan pada penelitian ini. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Penjabaran logika fuzzy yang digunakan pada penelitian ini dapat dijelaskan berikut ini:

4.3.1. Proses Fuzzifikasi

Parameter jarak sensor ultrasonik yang digunakan sebagai input masukan logika fuzzy ditentukan sesuai dengan Tabel 3:

Tabel 3. Range untuk sensor ultrasonik depan dan kanan

No.	Ultrasonik depan dan Kanan	Jarak (cm)
1.	Dekat	15-25
2.	Sedang	15-35
3.	Jauh	25-35

Persamaan fungsi keanggotaan logika fuzzy berdasarkan range jarak sensor ultrasonik pada Tabel 3 ditunjukkan pada persamaan(1) – (3) berikut ini:

$$\mu_{dekat}(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x < 15 \\ \frac{x - 25}{15 - 25} & \text{jika } 15 \leq x < 25 \\ 0 & \text{jika } x \geq 25 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 15 \\ \frac{x - 15}{25 - 15} & \text{jika } 15 \leq x < 25 \\ \frac{35 - x}{35 - 25} & \text{jika } 25 \leq x < 35 \\ 0 & \text{jika } x \geq 35 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{jauh}(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 25 \\ \frac{x - 25}{35 - 25} & \text{jika } 25 \leq x < 35 \\ 1 & \text{jika } x \leq 35 \end{cases} \quad (3)$$

Range untuk parameter PWM yang digunakan sebagai output ditunjukkan pada Tabel 4. Tanda negatif (-) menyatakan bahwa motor memutar berlawanan arah (mundur).

Tabel 4. Range PWM

No.	PWM kanan dan PWM kiri	Keadaan
1.	(-80) – (0)	Mundur pelan
2.	(-130) – (-80)	Mundur sedang
3.	0 – 80	Maju pelan
4.	80 – 130	Maju sedang

4.3.2. Fuzzy Rules

Fuzzy rules yang dibangun untuk robot pemantau kualitas udara pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Fuzzy rules

No.	Ultrasonik (Input)		PWM (Output)	
	kanan	depan	kanan	kiri
1.		Jauh	Maju sedang	Maju pelan
2.	Dekat	Sedang	Maju sedang	Maju pelan
3.		Dekat	Mundur sedang	Mundur sedang
4.		Jauh	Maju sedang	Maju sedang
5.	Sedang	Sedang	Maju sedang	Mundur sedang
6.		Dekat	Mundur pelan	Mundur pelan
7.		Jauh	Maju pelan	Maju sedang
8.	Jauh	Sedang	Maju pelan	Maju sedang
9.		Dekat	Mundur pelan	Mundur pelan

4.3.3. Defuzzifikasi Berdasarkan Perhitungan Fuzzy Rules

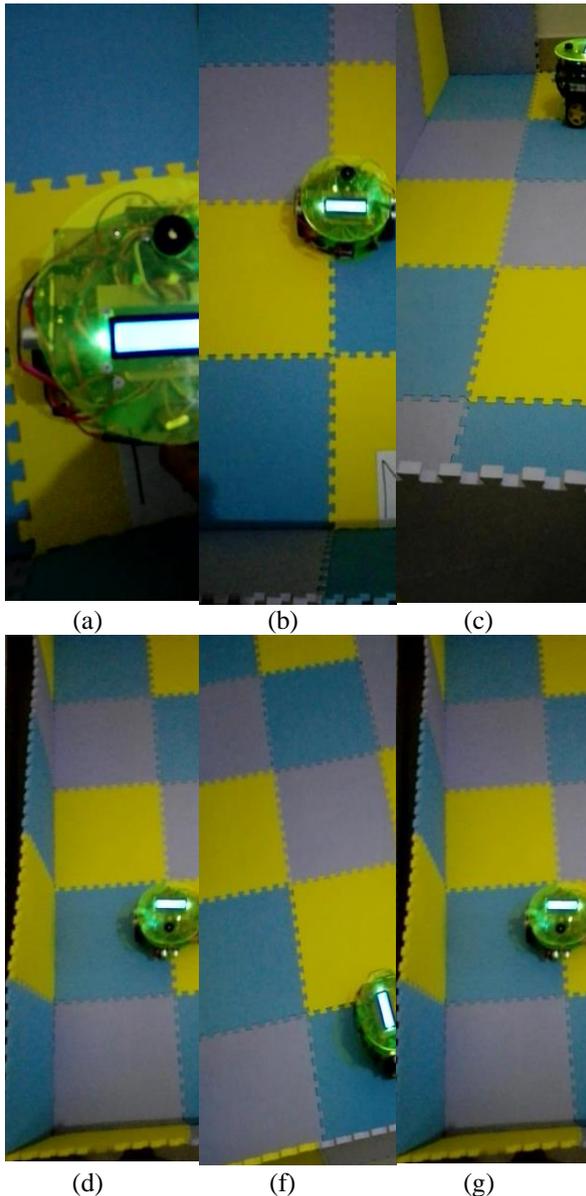
Defuzzifikasi (Z^*) pada penelitian ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang ditunjukkan pada persamaan (4)

$$Z = \frac{w1. \alpha1 + w2. \alpha2 + \dots + wn. \alpha n}{\epsilon \alpha} \quad (4)$$

Dimana Z merupakan hasil defuzzifikasi, w merupakan PWM Motor, dan α merupakan Nilai Fuzzy Rules.

4.3.4. Pengujian Kecepatan Motor

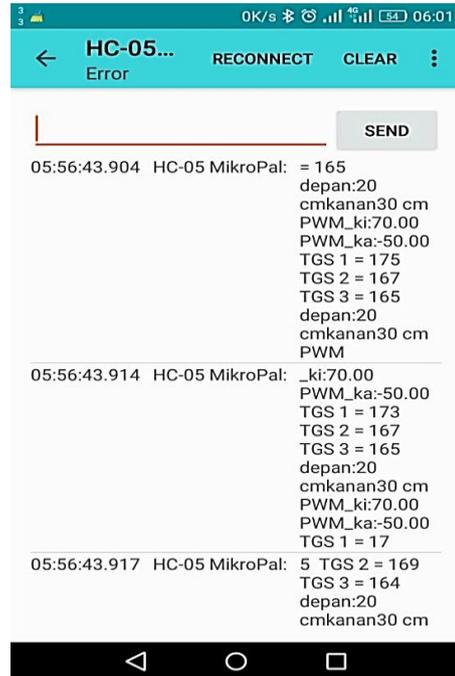
Robot *mobile* yang menggunakan teknik navigasi logika fuzzy menjadikan nilai jarak yang dihasilkan dari sensor ultrasonik HC-05, sebagai inputan. Robot akan bekerja sesuai dengan nilai yang telah ditentukan pada range inputan fuzzy, dan menghasilkan output yang akan sesuai dengan range output fuzzy yang telah ditentukan seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4. Jika sensor ultrasonik membaca jarak objek ke sensor terlalu dekat maka kecepatan motor diatur mundur dengan kecepatan (-130 m/s) sampai dengan -1 m/s, bila ultrasonik membaca jarak antara objek sama dengan jarak yang telah ditentukan, maka yang terjadi kecepatan motor akan maju dengan kecepatan 1 m/s sampai 130 m/s. Hasil pengujian di lapangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Hasil pengujian robot di lapangan

Pada kondisi awal seperti pada Gambar 4 (a) pada saat $t=1s$, 4 (b) pada saat $t=5s$, dan 4 (c) pada saat $t=45s$, robot berjalan normal. Pada detik ke 45, disemprotkan gas uji di lingkungan sekitar robot. Pada $t=45s$, robot berjalan maju sedang seperti ditunjukkan pada gambar 4 (d). Pada saat $t=57s$, robot berjalan berbelok ke kiri, dimana robot sudah merasakan konsentrasi gas yang sedang seperti pada Gambar 4 (f). Sedangkan pada $t=1$ menit 2 detik seperti pada Gambar 4 (g), kondisi keadaan di sekitar terdeteksi bahaya, robot akan berhenti.

Gambar 5 merupakan contoh komunikasi yang dikirimkan ke android



Gambar 5. Tampilan komunikasi di android.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa logika *fuzzy* cukup efektif untuk digunakan pada robot pemantau kualitas udara, guna mengatur arah gerak robot. Namun, komunikasi yang digunakan disini hanya mencapai jarak 16 m, ke depan robot ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan cara memperbaiki komunikasi robot ke operator, misalnya dengan menggunakan wifi ataupun komunikasi melalui media sosial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada KEMENRISTEK DIKTI atas dana yang telah diberikan untuk penelitian ini. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Sriwijaya dan rekan-rekan di Laboratorium Pengolahan Sinyal Polsri atas bantuan dan kerjasamanya.

REFERSENSI

- Abraham, S., & Li, X. (2014). A cost-effective wireless sensor network system for indoor air quality monitoring applications. *Procedia Computer Science*, 34, 165–171. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2014.07.090>
- Bapedal. (1997). Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara.
- Bernstein, J. A., Alexis, N., Bacchus, H., Bernstein, I. L., Fritz, P., Horner, E., ... Tarlo, S. M. (2008). The health effects of nonindustrial indoor air pollution. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 121(3), 585–591. <http://doi.org/10.1016/j.jaci.2007.10.045>
- Gibson, D., & MacGregor, C. (2013). A novel solid state non-dispersive infrared CO₂ gas sensor compatible with wireless and portable deployment. *Sensors (Switzerland)*, 13(6), 7079–7103. <http://doi.org/10.3390/s130607079>
- Kumar, P., Martani, C., Morawska, L., Norford, L., Choudhary, R., Bell, M., & Leach, M. (2016). Indoor air quality and energy management through real-time sensing in commercial buildings. *Energy & Buildings*, 111, 145–153. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.037>
- Schütze, A. (2013). Gas Sensor Systems for Indoor Air Quality Monitoring.
- Vito, S. De, & Fattoruso, G. (2012). Wireless Chemical Sensor Networks for Air Quality Monitoring. *IMCS: The International Meeting of Chemical Sensors*, 641–644. <http://doi.org/10.5162/IMCS2012/7.4.5>
- Zhang, L., Tian, F., Nie, H., Dang, L., Li, G., Ye, Q., & Kadri, C. (2012). Classification of multiple indoor air contaminants by an electronic nose and a hybrid support vector machine. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 174, 114–125. <http://doi.org/10.1016/j.snb.2012.07.021>