

Desain Sistem Monitoring dan Kontrol Mobile Incinerator Berbasis

^{1st} Ridho Adjie Pratama
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ridhoadjie@student.telkomuniver
sity.ac.id

^{2nd} Sony Sumaryo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
sonysumaryo@telkomuniversity.ac.id

^{3rd} Agus Ganda Permana
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
gandapermana@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Incinerator merupakan alat yang digunakan untuk membakar sampah yang menggunakan tungku sebagai ruang bakar dengan temperature yang tinggi. Penggunaan incinerator dapat menjadi sebuah solusi untuk mengurangi limbah sampah. Namun penggunaan incinerator ini harus diawasi dengan ketat karena penggunaan incinerator yang tidak sesuai dapat menghasilkan asap yang mengandung senyawa kimia yang berbahaya. Kinerja mesin incinerator dapat ditingkatkan dengan menggunakan sensor MQ-7, MQ-135 dan MQ-136. Kemudian untuk meningkatkan tingkat efektifitas pada saat pembakaran dapat menggunakan Thermocouple untuk memantau suhu pada ruang bakar secara realtime. Penggunaan boiler air pada ruang bakar dapat meningkatkan tingkat efektifitas saat pembakaran karena dapat membantu meningkatkan suhu pada ruang bakar dan digunakan sensor Ultrasonik untuk memonitoring ketersediaan air pada saat pembakaran. Kemudian untuk meningkatkan kinerja mesin incinerator ini dapat di kontrol dan di monitoring secara langsung menggunakan smartphone.

Pada penelitian kali ini penggunaan sensor tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah asap yang dihasilkan incinerator sudah aman atau belum. Sensor MQ-7 dapat mendeteksi senyawa CO. Sensor MQ-135 dapat mendeteksi senyawa CO₂ dan NO_x. Kemudian sensor MQ-136 dapat mendeteksi senyawa SO₂. Kemudian penggunaan Thermocouple pada ruang bakar dapat mendeteksi suhu pada ruang bakar hingga 1200 C.

Kata kunci— Incinerator, Sampah, Sensor, IoT

I. PENDAHULUAN

Incinerator merupakan alat yang digunakan untuk mengelolah limbah sampah yang menggunakan tungku sebagai ruang bakar dengan temperature yang sangat tinggi. Teknologi incinerator merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi timbunan sampah. Penggunaan incinerator ini menjadi sangat efektif karena dapat mengurangi volume sampah hingga 90%, dengan abu dan partikulat sebagai residu sisa pembakaran[1]. Namun penggunaan incinerator dapat memberikan dampak negative jika penggunaanya tidak sesuai prosedur. Hal tersebut dapat menyebabkan pencemaran udara yang dimana akan dapat menghasilkan asap yang mengandung senyawa Sulfur dioksida (SO₂), Karbon monoksida (CO), Karbon dioksida (CO₂), Natrium oksida (NO_x) dan sebagainya. Oleh karena itu penggunaan incinerator memerlukan pengawasan yang cukup tinggi[2].

Untuk meningkatkan kinerja dan pengawasan terhadap penggunaan incinerator dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi yang akan mempermudah penggunaan dan pengawasan. Sistem mobile incinerator berbasis IoT dapat menjadi salah satu solusi untuk mempermudah dalam pengawasan dan penggunaan. Nantinya mobile incinerator dapat di kontrol dan monitoring menggunakan smartphone. Pengguna sistem tersebut dapat memonitoring asap sisa pembakaran sudah bersih atau belum kemudian dapat memonitoring tingkat ketersediaan air dan juga memonitoring suhu pada saat pembakaran. Sistem tersebut juga dapat mengkontrol secara langsung sistem burner dan juga sistem untuk pembersih asap.

II. KAJIAN TEORI

A. Incinerator

Incinerator merupakan sebuah alat untuk mengelola limbah sampah menggunakan tungku sebagai ruang bakar utama. Penggunaan incinerator bertujuan untuk mengkonversi materi padar menjadi gas dan abu.[3] Jika penggunaan incinerator ini sesuai dapat menjadikan pembakaran sampah menjadi pembakaran sempurna tanpa asap. Umumnya incinerator ini bekerja dengan temperature 400 hingga 600 °C [4]. Incinerator sederhana memiliki 4 komponen penting yaitu sistem pembakaran, ruang bakar, pendingin gas menggunakan air dan sistem pengendali gas buang.

B. Internet of Things

Internet of Things merupakan sebuah konsep atau program yang dimana sebuah objek memiliki kemampuan untuk mentransmisikan atau mengirim data melalui jaringan tanpa menggunakan bantuan perangkat komputer atau manusia. [5]

C. Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 adalah sebuah sensor yang dapat mendeteksi senyawa karbon monoksida (CO). Pada umumnya sensor MQ-7 sensitive terhadap asap kendaraan yang mengandung senyawa karbon monoksida. [6]

D. Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah sebuah sensor yang sensitive terhadap senyawa Hidrogen Sulfida (H_2S), Sulfur dioksida (SO_2), Klorin (Cl_2), Hidrogen klorida (HCl) dan sebagainya. Namun dalam penelitian ini hanya dapat mendeteksi sulfur dioksida karena asap sisa pembakaran banyak mengandung senyawa sulfur dioksida[7]

E. Sensor MQ-136

Sensor MQ-136 merupakan sensor gas yang berfungsi untuk mengatur kualitas udara, sensor ini dapat mendeteksi senyawa kimia Hidrogen sulfida (H_2S) dan Sulfur (S), sehingga sensor ini memiliki kepekaan yang tinggi terhadap senyawa Sulfur dioksida (SO_2)[8]

F. Thermocouple

Thermocouple tipe K merupakan sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu hingga 1200 C. Thermocouple bekerja dengan cara mengubah besaran suhu menjadi tegangan listrik.[9]

G. Sensor HC-SR-04

Sensor HC-SR-04 merupakan sensor ultrasonik yang bekerja dengan cara memantulkan gelombang suara untuk mendeteksi keberadaan sebuah objek. Sensor ultrasonik ini mengirimkan suara dengan frekuensi sebesar 40kHz hingga 400kHz. [10]

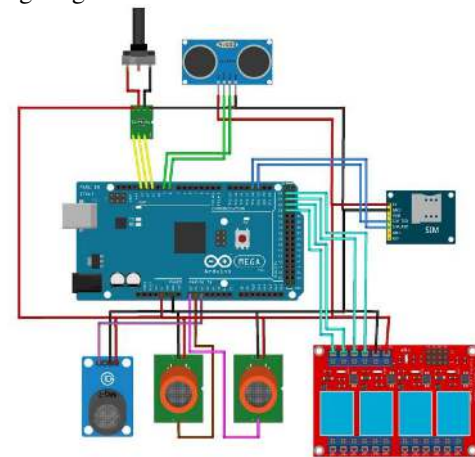
H. Arduino Mega

Arduino mega merupakan mikrokontroler Atmega 2560 yang memiliki 54 pin sebagai input/output digital yang dimana 14 pin dapat digunakan sebagai output PWM. Arduino mega bekerja menggunakan daya DC sebesar 5V.[11]

I. SIM900A

SIM900A merupakan sebuah module GSM/GPRS quad band lengkap dengan module tipe SMT dengan di padukan dengan single chip tunggal AMR926EJ-S. Module ini dihubungkan dengan 32 bit mikrokontroler LPC2148 yang berbasis prosesor ARM.[12]

B. Wiring diagram



GAMBAR 2.1
Wiring Diagram Sistem

Gambar diatas merupakan gambaran wiring diagram dari sistem yang dibuat yang dimana Arduino mega akan dihubungkan dengan pin sebagai berikut:

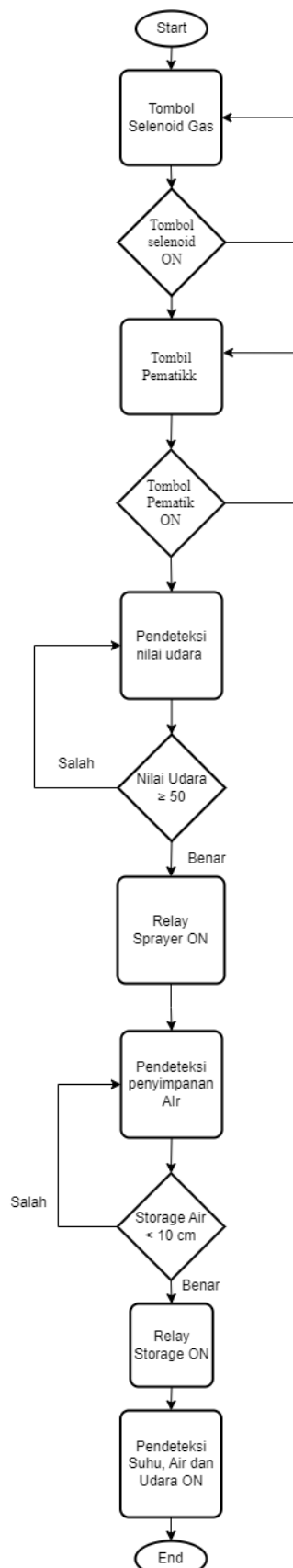
1. Pin A0 dihubungkan dengan MQ 136
2. Pin A1 dihubungkan dengan MQ 135
3. Pin A2 dihubungkan dengan MQ 136
4. Pin D13 dihubungkan dengan SCK pin MAX6675
5. Pin D12 dihubungkan dengan CS pin MAX6675
6. Pin D11 dihubungkan dengan SO pin MAX6675
7. Pin D9 dihubungkan dengan pin Echo HCSR04
8. Pin D8 dihubungkan dengan pin Trigger HCSR04
9. Pin D22 dihubungkan dengan IN1 Relay
10. Pin D24 dihubungkan dengan IN2 Relay
11. Pin D26 dihubungkan dengan IN3 Relay
12. Pin D28 dihubungkan dengan IN4 Relay
13. Pin RX1 dihubungkan dengan TX SIM900
14. Pin TX1 dihubungkan dengan RX SIM900

C. Flowchart

III. METODE

A. Prinsip kerja sensor pada mesin mobile incinerator

Sistem kerja dari ke 5 buah sensor tersebut adalah dihubungkan kepada Arduino mega 2560 yang dimana untuk ketiga sensor udara yaitu sensor MQ-7, MQ135 dan MQ136 digunakan untuk mendeteksi asap sisa pembakaran senyawa kimia Karbon monoksida (CO), Karbon dioksida (CO_2), Natrium Oksida (NO_x) dan Sulfur dioksida (SO_2). Jika sensor membaca nilai dari 2 senyawa tersebut sudah melebihi batas maka akan menyalakan sebuah pompa untuk sprayer yang dihubungkan dengan pompa air. Kemudian untuk thermocouple akan digunakan untuk memantau suhu pada ruang pembakaran. Sensor ultrasonic akan digunakan untuk mendeteksi ketersediaan air pada tempat penyimpanan air pada mesin, jika sensor sudah mendeteksi jarak air melebihi batas minimal maka akan menyalakan sebuah pompa yang di hubungkan dengan relay yang terhubung ke pompa air.



GAMBAR 3. 1
Flowchart sistem

Gambar diatas merupakan flowchart dari sistem mobile incinerator. Pada bagian awal start kemudian akan ada tombol pada smartphone untuk menyalakan solenoid 29 dan pematik. Jika pada tombol solenoid terdeteksi ON maka akan

menyalakan relay yang terhubung pada solenoid kemudian akan setelah itu jika tombol pematik terdeteksi ON maka akan menyalakan relay yang terhubung pada solenoid. Setelah api sudah terlihat menyala maka bisa mematikan tombol solenoid dan melanjutkan pada tahap selanjutnya. Saat pembakaran berlangsung sistem akan otomatis mendeteksi asap yang keluar dari cerobong asap, jika dari ke 4 indikator sudah 2 yang melebihi batas normal maka akan menyalakan relay sprayer secara langsung. Namun jika dari ke 4 indikator hanya 1 yang melebihi batas maka sprayer tidak akan aktif. Kemudian pendeteksian pada ketersediaan air untuk pada ruang bakar, jika pada penyimpanan air jaraknya sudah lebih dari 10 cm maka sistem akan menyalakan pompa hingga ketinggian air pada penyimpanan sudah kurang dari 10 cm kemudian pompa akan secara otomatis mati. Setelah proses tersebut akan mengulang proses dari pendeteksian udara, penyimpanan air dan pendeteksian suhu pada ruang bakar..

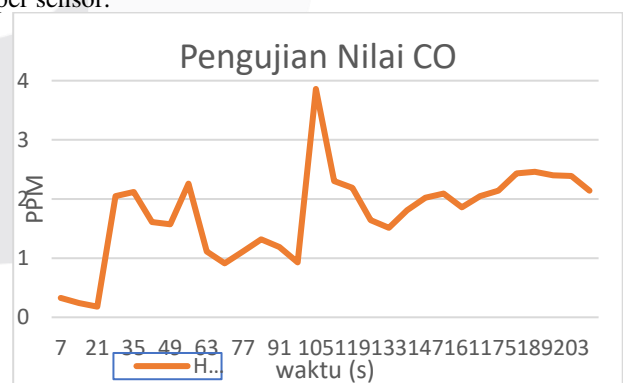
D. Pengujian sistem

1. Menempatkan sensor MQ-7, MQ-135 dan MQ-136 didekat sumber asap keluar
2. Menempatkan Thermocouple pada ruang bakar
3. Menempatkan sensor ultrasonik diatas storage air
4. Menyambungkan relay channel pada pompa dan sistem burner
5. Pengujian dilakukan selama pembakaran berlangsung

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

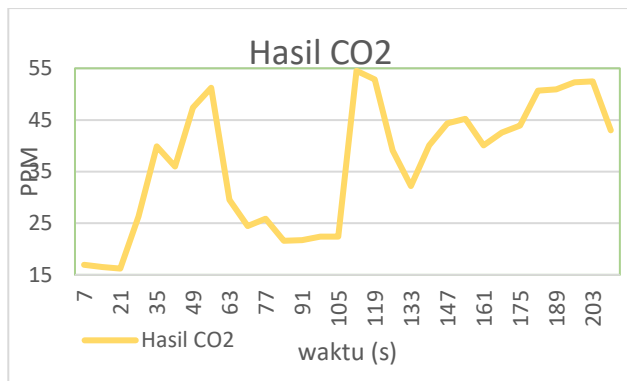
A. Pengujian sensor MQ-7, MQ-135 dan MQ-136

Pertama ketiga sensor di kalibrasi dan untuk sensor MQ-7 mendapatkan tingkat akurasi sebesar 87,72%, Kemudian sensor MQ-135 mendapatkan tingkat akurasi sebesar 84,06% dan Sensor MQ-136 mendapatkan tingkat akurasi sebesar 97,66%. Kemudian pada saat melakukan pembakaran ketiga sensor di tempatkan pada dekat asap pembakaran keluar. Pengujian dilakukan dengan pengambilan sample sebanyak 30 per sensor.

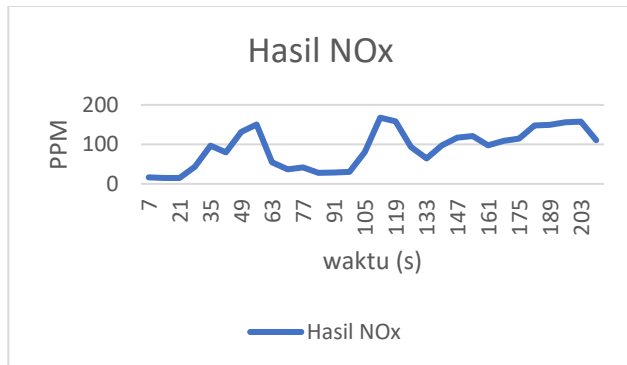


GAMBAR 4 1
Grafik Pengujian CO

Pengujian sensor MQ-7 dengan mendeteksi senyawa CO. Untuk hasil pembacaan oleh sensor sudah dapat mengetahui kadar CO pada asap, namun nilainya cenderung tidak stabil karena jumlah sampah yang dimaskukan kurang dan belum terjadinya pembakaran sempurna saat pembakaran.

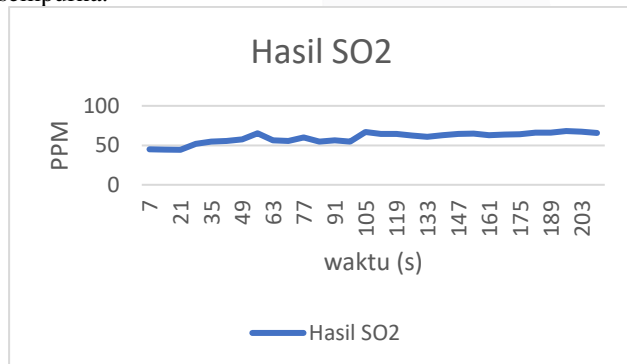


GAMBAR 4 2
Grafik Pengujian CO2



GAMBAR 4 3
Grafik Pengujian NOx

Pengujian sensor MQ-135 dilakukan dengan mendeteksi senyawa kimia CO₂ dan NO_x pada asap. Hasil pembacaan sensor dapat mendeteksi senyawa tersebut dengan cukup baik namun nilainya tidak cukup stabil karena sampah yang dimasukan kurang dan belum terjadinya pembakaran sempurna.

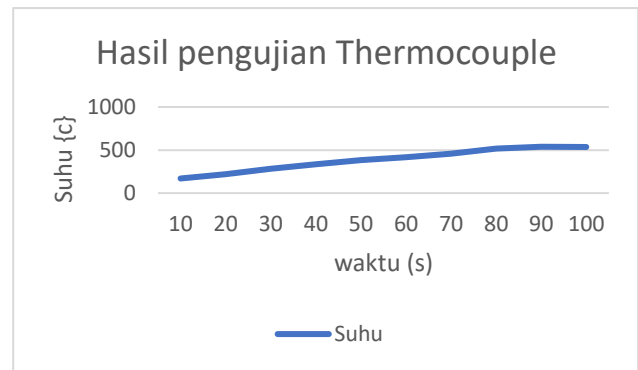


GAMBAR 4 4
Grafik Pengujian SO2

Pengujian sensor MQ-136 dilakukan dengan mendeteksi senyawa kimia SO₂ pada asap. Hasil pembacaan sensor sudah cukup baik namun nilainya tidak cukup stabil karena sampah yang dimasukan kurang dan belum terjadi pembakaran sempurna di ruang bakar.

B. Pengujian sensor Thermocouple

Pada pengujian sensor thermocouple, sensor akan ditempatkan pada ruang bakar dan terbakar secara langsung. Sensor thermocouple memiliki tingkat akurasi sebesar 98,67%. Pengambilan data mengambil dari 10 *sample* dengan *range* waktu 10s



GAMBAR 4 5
Grafik Pengujian Thermocouple

C. Pengujian sensor Ultrasonik

Pada pengujian sensor ultrasonik HC-SR-04, sensor ditempatkan pada bagian atas storage penyimpanan air. Kemudian jika sensor mendeteksi jika jarak dari sensor ke permukaan air sudah kurang dari 10 cm maka sistem akan otomatis menyalakan relay pompa untuk pengisian air.

TABEL 4. 1
Tabel Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Jarak (cm)	Relay Pompa
1	5	OFF
2	10	OFF
3	15	ON
4	20	ON
5	25	ON
6	30	ON
7	35	ON

D. Pengujian Relay 4 Channel

Pada pengujian relay 4 channel ini relay disambungkan dengan 2 buah pompa air yaitu pompa sprayer dan pompa storage. Kemudian dihubungkan dengan 2 buah sistem burner yaitu sistem pematik dan selenoid gas. Untuk menyalakan pompa sprayer jika nilai kualitas udara sudah ada 2 yang melebihi batas maka akan menyalakan relay. Kemudian untuk sistem burner jika tombol pada smartphone ditekan maka akan otomatis menyalakan relay pada sistem pematik dan selenoid gas.

TABEL 4. 2
Tabel Pengujian Relay Sprayer

No	Nilai Kualitas udara	Relay Sprayer
1	25	OFF
2	50	OFF
3	75	ON
4	100	ON

Penggunaan relay pada sistem pompa sprayer sudah cukup karena jika nilai sudah melebihi atau pada angka 50 sprayer ON, namun jika kurang dari 50 maka relay sprayer OFF.

TABEL 4. 3
Tabel Pengujian Sistem Burner

No	Tombol	Relay Selenoid
1	OFF	OFF
2	ON	ON

Penggunaan relay pada sistem burner selenoid sudah cukup baik ketika tombol OFF ditekan sistem akan langsung mematikan sistem relay selenoid.

TABEL 4. 4
Tabel Pengujian Sistem Burner Pematik

No	Tombol	Relay Burner
1	OFF	OFF
2	ON	ON

Penggunaan relay pada sistem burner pematik sudah cukup baik, ketika tombol OFF ditekan maka sistem akan langsung mematikan sistem relay pematik.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, pengujian dan analisa yang sudah dilakukan. Sistem monitoring dan kontrol mesin incinerator sudah cukup berjalan dengan baik. Semua sensor yang digunakan sudah memiliki tingkat akurasi yang cukup besar. Untuk pada sistem pendeteksian asap saat pembakaran berlangsung jumlah sampahnya masih kurang dan belum terjadinya pembakaran sempurna, sehingga nilai yang dibaca sensor cenderung kurang stabil. Kemudian untuk pengukuran suhu pada ruang bakar sudah cukup baik dengan tingkat akurasi sensor sebesar 98,67% dan untuk penggunaan sensor ultrasonik sudah tepat ketika jarak kurang dari 10 cm akan menyalakan relay.

B. Saran

Setelah pengujian selsai ada beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki dari pengujian kali ini. Saran yang dapat disampaikan adalah menggunakan sensor sensor yang jauh lebih baik dalam nilai sensitifitas dan menggunakan sensor yang tahan pada suhu yang tinggi. Kemudian untuk pengukuran asap bisa langsung disimpan di daerah cerobong atas agar hasil yang didapatkan jauh lebih stabil.

REFERENSI

- [1] "PENGOLAHAN SAMPAH DENGAN KONSEP WASTE TO ENERGY," Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan,Perumahan,Pemukiman dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. Accessed: Oct. 15, 2021. [Online]. Available: https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2019/04/e34ac_9_Modul_Insinerasi.pdf
- [2] Sushil Kumar and Sudesh Yadav, "Air quality index and criteria pollutants in ambient atmosphere over selected sites: Impact and lessons to learn from COVID-19," *Environmental Resilience and Transformation in Times of COVID-19*. Elsevier, 2021. doi: 10.1016/c2020-0-02703-9.
- [3] D. Zega, A. Permana, and U. Sunarya, "RANCANG BANGUN APLIKASI MONITORING DAN KONTROL KUALITAS INCINERATOR BERBASIS IoT," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 4, no. 3, pp. 1–7, 2018, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/299924810.pdf>
- [4] A. G. Permana and M. Iqbal, "Mesin Pengolah Sampah Portabel Multiguna Dengan Teknik Termocontrol Dan Termocople," *Sebatik*, vol. 23, no. 2, pp. 423–430, 2019, doi: 10.46984/sebatik.v23i2.794.
- [5] S. R. Prathibha, A. Hongal, and M. P. Jyothi, "IOT Based Monitoring System in Smart Agriculture," *Proceedings - 2017 International Conference on Recent Advances in Electronics and Communication Technology, ICRAECT 2017*, pp. 81–84, 2017, doi: 10.1109/ICRAECT.2017.52.
- [6] Hanwei Electronics, "MQ-7 Gas Sensor Datasheet," vol. 1, pp. 3–5, 2016.
- [7] Olimex, "Technical Data Mq135 Gas Sensor," *Hanwei Electronics Co.,Ltd*, vol. 1, p. 2, 2012, [Online]. Available: <http://www.hwsensor.com>
- [8] Hanwei Electronics, "MQ-136 GAS SENSOR Rs / Ro," vol. 1, pp. 3–4, 2015, [Online]. Available: <http://www.sensorica.ru/pdf/MQ-136.pdf>
- [9] Tempens, "Thermocouple Type K".
- [10] E. J. Morgan, "HC-SR04 ETC2 | Alldatasheet."
- [11] "Arduino® MEGA 2560 Rev3."
- [12] SIM Com, "SIM900 Datasheet."