RANCANG BANGUN ALAT MONITORING POLUSI UDARA BERBASIS ANDROID DENGAN FITUR *FORECASTING* di PT. DIRGANTARA INDONESIA

Kurniansyah Pratama[1], Eko Budi Setiawan[2]

[1,2] Program Studi Teknik Informatika, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur 112 Bandung
E-mail : kurniansyah.pratama@gmail.com[1], eko@email.unikom.ac.id[2]

ABSTRAK

Kualitas udara yang buruk dapat mengancam kehidupan seluruh makhluk hidup mulai dari manusia hingga tumbuhan. WHO mengatakan bahwa 92% populasi manusia didunia hidup di area dengan kualitas udara buruk yang telah melebihi batas aman. Karbondioksida merupakan salah satu gas berbahaya yang harus diperhatikan oleh manusia. Gas ini dapat mengakibatkan masalah serius pada kesehatan manusia. Industri – industri turut berkontribusi terhadap konsentrasi gas diudara.
PT. Dirgantara Indonesia merupakan salah satu industri di Indonesia. *Painting* dan beberapa area yang menggunakan kimia bisa berbahaya untuk kualitas udara di area kerja tersebut. Tujuan dari sistem ini adalah membangun alat untuk mengukur kualitas udara di sekitar area *painting*. Sistem ini dapat menginformasikan kepada karyawan tentang kualitas udara di area kerja mereka dengan menggunakan *smartphone* Android. Fitur peramalan dapat digunakan untuk mencegah kualitas udara yang berbahaya di area kerja mereka.

Kata kunci : Kualitas Udara, Karbondioksida, Android, Peramalan, Industri

1. PENDAHULUAN

PT. Dirgantara Indonesia adalah salah satu perusahaan di Asia yang bergerak dalam dunia penerbangan. PT. Dirgantara Indonesia mempunyai kompetensi utama dalam bidang pengembangan dan perancangan pesawat, pembuatan struktur pesawat, perakitan, serta perawatan untuk pesawat sipil dan militer ukuran kecil sampai menengah.

Udara merupakan faktor penting dalam kehidupan. Kualitas udara yang buruk dapat mengancam kelangsungan hidup semua makhluk mulai dari manusia, hewan hingga tumbuhan. Udara yang setiap waktu kita hisap mengandung emisi yang berasal dari berbagai sumber seperti emisi yang keluar dari industri, kendaraan bermotor, juga asap rokok. Hasil studi menunjukan bahwa polusi udara berbahaya bagi kesehatan manusia, khususnya untuk para usia lanjut dan anak – anak. Seperti berita yang dilansir pada situr WHO bahwa 92% populasi didunia hidup di area yang memiliki kualitas udara yang melampaui batas aman yang telah ditentukan oleh organisasi WHO. [1] [2]

Banyaknya proses pengecatan *part* yang dilakukan di departemen *painting* mengakibatkan rusaknya kualitas udara di sekitar area *painting* yang dikarenakan kandungan zat kimia yang digunakan dalam pekerjaan. Sehingga keadaan ini dianggap sebagai sebuah ancaman serius untuk kesehatan karyawan yang bekerja di departemen tersebut.

Dengan kemajuan teknologi seperti adanya *microcontroller* dan banyaknya pengguna *smartphone* [3], PT. Dirgantara Indonesia (Persero) dapat memanfaatkan teknologi tersebut untuk mengawasi kualitas udara yang ada di area kerjanya. Sehingga bagian fasilitas ataupun karyawan dapat mengantisipasi dan memperbaiki sistem tata udara yang ada untuk memperbaiki kualitas udara di area tersebut. Sedangkan sistem operasi untuk *smartphone* yang digunakan adalah Android.

NodeMCU adalah sebuah perangkat IoT yang bersifat *open source*, berbasis proyek eLua dan dibangun diatas ESP8266SDK 1.4. Alat ini banyak menggunakan proyek – proyek *open source*, seperti lua-cjson dan spiffs. Didalamnya terdapat *firmware* yang berfungsi untuk menjalankan ESP8266 Wi-Fi SoC, dan *hardware* yang berbasis modul ESP-12. [4] Dengan menggunakan sensor MQ-135 dan perangkat NodeMCU, maka dapat dibuat sebuah alat untuk memonitor kualitas udara yang ada di area *painting*. Namun, untuk lebih baiknya tidak hanya memonitor keadaan yang telah terjadi dan sedang terjadi saja. Maka dari itu diperlukan sebuah metode yang dapat memprediksi keadaan selanjutnya. Dari referensi penelitian telah ditemukan bahwa peramalan melalui pola data mengenai indeks kualitas udara dapat dilakukan menggunakan metode *Exponential Smoothing* [5].

Oleh karena itu, rancang bangun alat monitoring polusi udara menggunakan fitur peramalan dengan metode *Exponential Smoothing* dapat diterapkan sebagai indikator tingkat kualitas udara yang ada disekitar area *painting* yang ada di PT. Dirgantara Indonesia. Dengan demikian diharapkan sistem dapat memberikan informasi kepada karyawan PT. Dirgantara mengenai tingkat kualitas udara yang ada di area kerjanya.

2. ISI PENELITIAN

2.1 Metode Pemulusan Eksponensial Musiman

Metode peramalan *Exponential Smoothing* merupakan sebuah metode peramalan yang bekerja dengan menggunakan konstanta untuk memberikan bobot pada nilai saat ini dan sebelumnya untuk menentukan sebuah peramalan baru. Nilai konstanta ini mempengaruhi respon peramalan. Oleh karena itu, nilai konstanta ini akan mempengaruhi kesalahan peramalan. Telah banyak upaya difokuskan untuk mencari nilai konstanta yang cocok untuk digunakan. Salah satu pendekatannya adalah menggunakan konstanta *smoothing* yang dapat meminimalisir kesalahan peramalan. [6]

Sebagaimana halnya dengan persamaan pemulusan eksponensial linear yang dapat digunakan untuk memprakirakan serial data yang memiliki pola trend, bentuk persamaan lain dapat digunakan apabila pola dasar serial data berbentuk musiman. Salah satu metode prakiraan yang khusus untuk data yang berpola musiman adalah Metode Pemulusan Eksponensial Linear dan Musiman dari Winter. Metode ini didasarkan atas tiga persamaan, yaitu masing – masing untuk unsur stasioner, trend dan musiman, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$S_t = \alpha\left(\frac{X_t}{I_{t-L}}\right) + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (2)$$

$$I_t = \gamma\left(\frac{X_t}{S_t}\right) + (1-\gamma)I_{t-L} \quad (3)$$

$$F_{t+m} = (S_t + T_t.m)I_{t-L+m} \quad (4)$$

Gambar 1. Persamaan Pemulusan Eksponensial Musiman

Di mana:

L = Jumlah periode dalam satu siklus musim

I = Faktor penyesuaian musim (indeks musiman)

Tabel 1. memberikan contoh perhitungan prakiraan dari suatu serial data yang memiliki unsur musiman. Dalam contoh ini, panjang musiman (L) empat triwulan atau satu tahun, sedangkan nilai parameter $\alpha = 0.6$, $\beta = 0.2$ dan $\gamma = 0.5$.

Sebagaimana pada metode eksponensial yang dibahas sebelumnya, nilai S_t, T_t dan I_t yang pertama berupa nilai inisial (diasumsikan). Nilai inisial S_t dapat disamakan dengan nilai aktualnya atau berupa rata – rata dari beberapa nilai pada musim yang sama. Dalam contoh Tabel 1., nilai inisial untuk S_4 disamakan dengan nilai aktualnya (X_4) yaitu 441.

Nilai inisial T dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T_L = \frac{1}{L}\left\{\frac{(X_{L+1} - X_1)}{L} + \frac{(X_{L+2} - X_2)}{L} + \cdots + \frac{(X_{L+L} - X_l)}{L}\right\} \quad (6)$$

Gambar 2. Pencarian Nilai Inisial T

Berikut contoh peramalan dengan menggunakan metode pemulusan eksponensial linear dan musiman dari Winter.

Tabel 1. Prakiraan dengan Metode Pemulusan Eksponensial Linear dan Musiman dari Winter

Tahun	Kuartal	Periode	Nilai Observasi X	Nilai Prakiraan			
				S (α = 0,6)	T (β = 0,2)	I (γ = 0,5)	F
2001	1	1	460			*0,96*	
	2	2	484			*1,01*	
	3	3	530			*1,11*	
	4	4	441	*441,0*	*10,25*	*0,92*	
2002	1	5	492	487,7	17,55	0,98	
	2	6	509	504,2	17,33	1,01	510,8
	3	7	588	527,3	18,48	1,11	577,4
	4	8	490	537,5	16,82	0,92	502,7
2003	1	9	533	546,5	15,25	0,98	545,9
	2	10	560	557,3	14,37	1,01	567,5
	3	11	532	569,9	14,03	1,11	635,1
	4	12	560	600,2	17,28	0,92	535,2
2004	1	13	604	616,8	17,13	0,98	605,2
	2	14	675	655,5	21,45	1,02	638,7
	3	15	701	649,7	16,00	1,09	751,4
	4	16	607	660,2	14,89	0,92	615,6
2005	1	17	708	703,6	20,61	0,99	661,3
	2	18	787	753,3	26,41	1,03	737,7
	3	19	850	777,8	26,05	1,09	853,3
	4	20	782	830,4	31,35	0,93	741,3
2006	1	21	-				855,7
	2	22	-				921,4
	3	23	-				1011,0
	4	24	-				890,7

Dengan demikian, nilai T_4 diasumsikan sebesar :

$$T_4 = \frac{1}{4}\left\{\frac{492-460}{4} + \frac{509-484}{4} + \frac{588-530}{4} + \frac{490-441}{4}\right\} = 10{,}25$$

Perhitungan nilai inisial I_t pada satu siklus musim pertama (empat periode pertama, tahun 2001) dilakukan dengan membagi setiap data pengamatan (X) dengan rata – rata data pengamatan pada siklus itu.

Rata – rata permintaan tahun 2001 :

$X_{2001} = (460 + 484 + 530 + 441) / 4 = 478{,}75$

Sehingga nilai inisial indeks musimannya

I_1 = 460 / 478,75 = 0,96

I_2 = 484 / 478,75 = 1,01

I_3 = 530 / 478,75 = 1,11

I_4 = 441 / 478,75 = 0,92

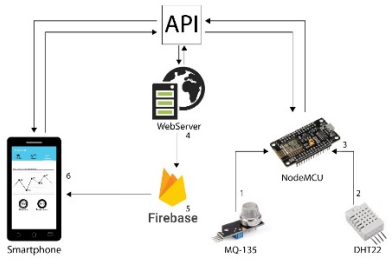
Setelah nilai – nilai inisial S, T dan I diperoleh, dapat dilakukan perhitungan S_t, T_t dan I_t dan prakiraan F_{t+m} dapat dicari. Nilai prakiraan dihitung berdasarkan data paling akhir. Dalam contoh Tabel 1. nilai prakiraan sampai periode ke – 12 diperoleh berdasarkan data satu periode sebelumnya (m = 1). Prakiraan untuk periode – periode selanjutnya diperoleh dengan menggunakan data periode ke – 20 yang merupakan periode terakhir yang memiliki data aktual.

Salah satu masalah yang timbul dalam penggunaan model Winter Untuk prakiraan adalah penentual nilai – nilai α, β, γ. Pendekatan yang biasa dipakai ialah dengan uji coba sampai diperoleh nilai – nilai parameter yang meminimalkan kesalahan prakiraan (MAD atau MSE).

2.2 Arsitektur Perancangan Sistem

Sistem yang akan dibangun memiliki beberapa tahapan mulai dari masukan yang diperoleh dengan menggunakan sensor kualitas udara MQ135 untuk membaca kualitas udara di area *painting* PT. Dirgantara Indonesia (Persero). Data pembacaan sensor dikirimkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU. Proses ini bekerja dengan cara mengkonversi data bacaan dari sensor dalam bentuk analog yang kemudian diubah menjadi masukan dalam bentuk digital oleh pin ADC yang terdapat

pada pin A0 pada NodeMCU. Kemudian, data diteruskan melalui WiFi router untuk di teruskan ke *database server* dengan menggunakan koneksi internet. Data akan diolah didalam *database server* untuk kemudian dapat diakses oleh pengguna sistem, serta untuk menyediakan fitur peramalan pada sistem. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur Sistem

2.3 Karbondioksida (CO_2)

Karbondioksida adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Karbondioksida beracun pada jantung dan menyebabkan menurunnya gaya kontraktil. Pada konsentrasi tiga persen berdasarkan volume di udara, ia bersifat narkotik ringan dan menyebabkan peningkatan tekanan darah dan denyut nadi, dan menyebabkan penurunan daya dengar. Pada konsentrasi sekitar lima persen berdasarkan volume, ia menyebabkan stimulasi pusat pernapasan, pusing – pusing, kebingungan dan kesulitan pernapasan yang diikuti sakit kepala dan sesak napas. Pada konsentrasi delapan persen, ia menyebabkan sakit kepala, keringatan, penglihatan buram, tremor, dan kehilangan kesadaran setelah paparan selama lima sampai sepuluh menit. Konsentrasi karbondioksida (CO_2) global di atmosfer telah meningkat sejak dimulainya revolusi industri karena pertumbuhan pesat aktivitas manusia. Konsentrasi gas CO_2 pada masa pra – industri sebesar 278 ppm sedangkan pada tahun 2005 adalah sebesar 379 ppm. [7] Menteri Perindustrian Mohamad Suleman Hidayat menyatakan "emisi gas rumah kaca Indonesia mencapai 1,3 juta gigagram CO2 equivalen. Dari jumlah itu, sektor industri berkontribusi sebesar 3,12 persen dari proses produksi, dan 9,63 persen dari penggunaan energi." [8]

Tabel 2. Batas Aman Karbondioksida

Indeks Kualitas Udara	ppm	Keterangan
Good	350 < 1000	Rata – rata konsentrasi di dalam ruangan dengan sistem sirkulasi udara yang baik
Moderate	1000 < 2000	Mengakibatkan kantuk
Unhealthy	2000 < 5000	Sakit kepala, kantuk, penurunan konsentrasi, peningkatan denyut jantung
Very Unhealthy	5000	Batas maksimal konsentrasi karbondioksida dalam lingkungan kerja. Untuk jam kerja 8 jam. Menurut OSHA(*Occupational Safety and Health Administration*)
Dangerous	>= 40000	Dapat menyebabkan kekurangan oksigen serius yang mengakibatkan kerusakan otak permanen, koma bahkan kematian

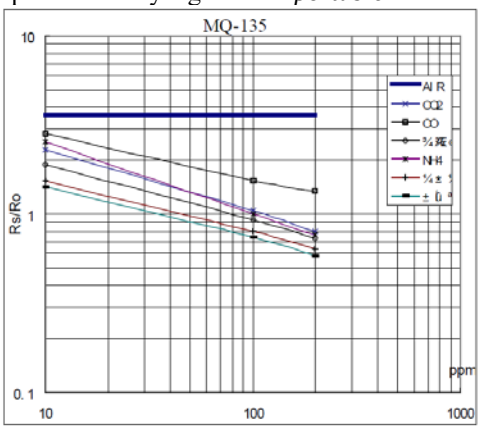
2.4 Sensor MQ135

MQ-135 *air quality sensor* adalah sensor yang dapat digunakan untuk memonitor kulaitas udara dengan mendeteksi keberadaan gas Amonia (NH_3), natrium-dioksida(NOx), alkohol/ethanol (C_2H_5OH), benzena (C_6H_6), karbondioksida (CO_2), gas belerang/sulfur-hidroksida (H2s) atau asap.



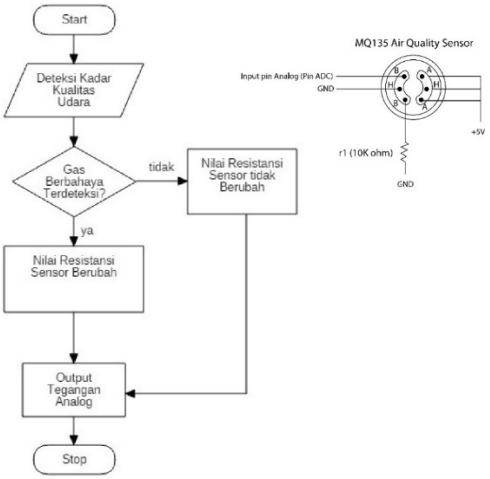
Gambar 4. Sensor MQ135

Pada dasarnya, cara kerja dari sensor kualitas udara MQ135 adalah dengan mendeteksi keberadaan gas – gas berbahaya di sekitarnya. Sensor ini akan digunakan sebagai pendeteksi tingkat gas CO_2 di sekitar area *painting* PT. Dirgantara Indonesia (Persero). Sensor MQ – 135 memiliki sensitivitas tinggi terhadap gas – gas berbahaya seperti Amonia (NH_3), natrium-dioksida(NOx), alkohol/ethanol (C_2H_5OH), benzena (C_6H_6), karbondioksida (CO_2), gas belerang/sulfur-hidroksida (H2s) atau asap. Sensor MQ135 diaplikasikan untuk deteksi polusi udara untuk area domestik, area industri, dan alat ukur polusi udara yang bersifat *portable*.



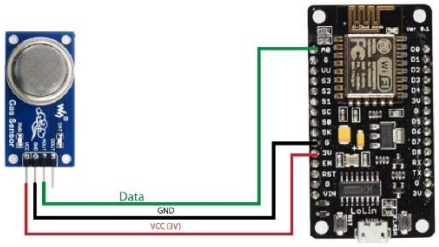
Gambar 5. Karakteristik Sensitivitas sensor MQ135

Gambar 6. menunjukan alur kerja Sensor MQ135 mulai dari mendeteksi kadar kualitas udara disekitarnya, hingga menjadi sinyal tegangan analog yang akan diteruskan sebagai masukan mikrokontroler pada sistem.



Gambar 6. Alur Kerja Sensor MQ135

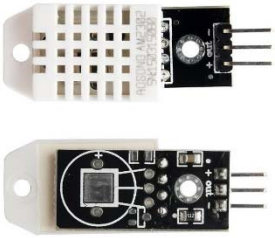
Koneksi antara sensor MQ-135 dengan mikrokontroler NodeMCU dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Koneksi Sensor MQ135 dan NodeMCU

2.5 Sensor DHT22

Sensor DHT22 atau AM2302 adalah sensor kelembaban dan temperatur yang mempunyai tingkat presisi yang sangat tinggi. Keluaran dari sensor DHT22 adalah sinyal digital. Didalam komponen sensor DHT22 terdiri dari komponen sensor kelembaban dan sensor temperatur atau thermistor. Kedua sensor ini telah terhubung dengan IC 8-bit di dalamnya yang mengkonversi keluaran menjadi sinyal digital. Sehingga sensor DHT22dapat dihubungkan secara langsung dengan perangkat NodeMCU ESP8266 ataupun dengan perangkat mikrokontoler lainnya.

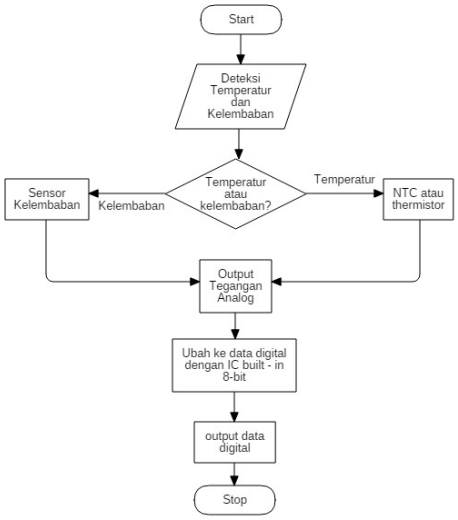


Gambar 8. Sensor DHT22

Untuk mengukur kelembaban, sensor ini menggunakan komponen yang terdiri dari dua lapisan elektroda dengan sebuah lapisan yang sensitif terhadap kelembaban diantara dua elektroda tersebut seperti pada. Secara prinsip ketika kelembaban berubah, konduktivitas dari lapisan diantara dua elektroda tersebut berubah. Kemudian perubahan ini langsung diukur dan diproses oleh IC didalamnya sehingga data dapat langsung dibaca oleh mikrokontroler.

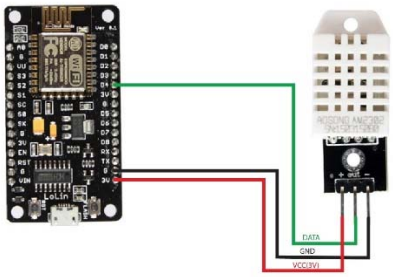
Berikut komponen penyusun sensor kelembaban pada sensor DHT22.

Adapun alur kerja dari sensor DHT22 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Alur Kerja Sensor DHT22

Untuk penelitian ini, sensor akan dihubungkan melalui pin GPIO2 atau D4 pada *board* NodeMCU ESP8266. Seperti yang ditunjukan pada Gambar 10.



Gambar 10. Koneksi Sensor MQ135 dan NodeMCU

2.6 NodeMCU

Untuk perangkat mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah *board* NodeMCU ESP8266. NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat open source yang digunakan untuk membuat produk – produk IoT dengan diprogram menggunakan bahasa pemrograman Lua atau dapat juga menggunakan Arduino IDE. *Platform* ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), dan satu pin ADC (Analog to Digital Converter) yang ada didalam satu buah *board*.

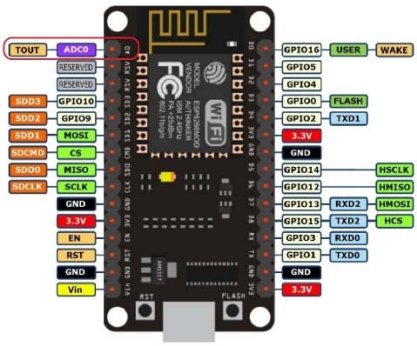
Board ini berukuran sangat kecil dengan panjang 4.83cm, lebar 2.54cm. Meskipun ukurannya kecil, didalam board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan *firmware* yang bersifat open source. Selain itu, harga dari *board* ini sangat murah dibandingkan perangkat mikrokontroler lainnya.



Gambar 11. NodeMCU V3 Lolin

2.7 *Analog to Digital Converter* (ADC)

ADC (Analog to Digital Converter) adalah perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog (sinyal kontinyu) menjadi sinyal digital. Perangkat ADC (Analog to Digital Converter) bisa berbentuk suatu modul atau rangkaian elektronika maupun suatu chip IC. ADC berfungsi untuk menjembatani pemrosesan sinyal analog oleh sistem digital. Dalam penelitian ini, sinyal analog yang diperoleh dari sensor kualitas udara MQ135 akan diolah menjadi sinyal digital dengan menggunakan ADC yang telah disediakan oleh board NodeMCU ESP8266 pada pin A0. Seperti yang ditunjukan pada Gambar 12.



Gambar 12. Pin ADC pada NodeMCU ESP8266

Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal input tegangan analog dan tegangan sistem. Sebagai contoh, sebuah ADC mempunyai tegangan sistem 5V dengan resolusi ADC 8-bit, maka tegangan 5V diasumsikan sebagai 255 dalam nilai digital. Nilai 255 didapat dari 2^n-1 atau dalam kasus ini 2^8-1.

$$\frac{Resolusi\ ADC}{Tegangan\ Sistem} = \frac{Pembacaan\ ADC}{Tegangan\ Analog} \quad (7)$$

Contoh jika tegangan analog yang masuk kedalam pin ADC adalah 3V, maka keluaran nilai digital dari ADC adalah

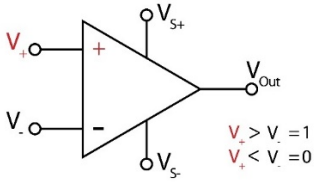
$$\frac{255}{5.00V} = \frac{x}{3.00V} \quad (8)$$

$$\frac{255}{5.00V} * 3.00V = x \quad (9)$$

$$x = 153$$

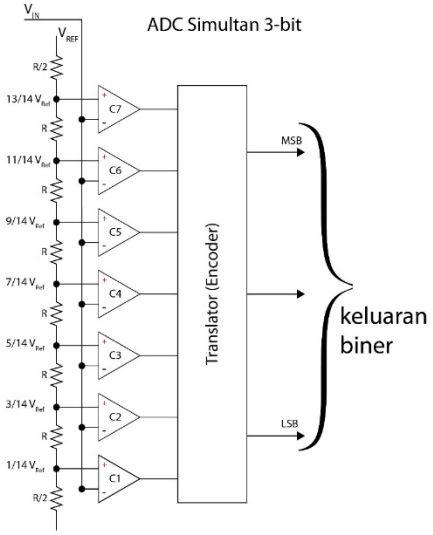
Maka, sinyal digital yang akan didapatkan adalah sebesar 153(bentuk desimal) atau 10011001 (bentuk digital).

Bentuk komunikasi yang paling mendasar antara wujud digital dan analog adalah komponen komparator yang biasanya berupa sebuah IC. Secara sederhana, komponen ini akan membandingkan dua tegangan pada kedua terminal inputnya. Hasil keluaran dari komparator tergantung pada tegangan mana yang lebih besar. Jika tegangan pada terminal V_+ lebih besar dari V_-, maka keluarannya akan berupa sinyal digital 1 (*high*) sebaliknya akan bernilai sinyal digital 0 (*low*). Berikut konsep cara kerja komparator pada ADC dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Konsep Komparator ADC

ADC terdiri dari beberapa jenis. Salah satu konsep ADC yang memiliki keunggulan lebih cepat dalam mengubah data dari bentuk analog ke digital adalah ADC simultan atau biasa disebut *flash converter*. ADC simultan terdiri dari beberapa komparator. Jumlah komparator dapat dihitung seperti layaknya menghitung resolusi yaitu dengan rumus $2^n - 1$. Dalam contoh Gambar 14. jumlah komparator dalam ADC 3-bit tersebut adalah $2^3 - 1$ maka jumlah komparator dalam ADC simultan tersebut adalah 7 yang ditandai oleh C1 hingga C7.



Gambar 14. Skema ADC Simultan 3-bit

Jika V_{REF} atau tegangan sistem diset pada tegangan 5V, maka tegangan V_- untuk setiap komparator adalah sebagai berikut

V_- untuk komparator C7 = V_{REF} * (13/14) = 4,64V

V. untuk komparator C6 = V_{REF} * (11/14) = 3,93V
V. untuk komparator C5 = V_{REF} * (9/14) = 3,21V
V. untuk komparator C4 = V_{REF} * (7/14) = 2,5V
V. untuk komparator C3 = V_{REF} * (5/14) = 1,78V
V. untuk komparator C2 = V_{REF} * (3/14) = 1,07V
V. untuk komparator C1 = V_{REF} * (1/14) = 0,36V

Contoh, jika V_{IN} mendapat sinyal masukan 3V, maka hasil komparator yang akan didapatkan adalah

Komparator C7 = 3V < 4,64V = 0 (*low*)
Komparator C6 = 3V < 3,93V = 0 (*low*)
Komparator C5 = 3V < 3,21V = 0 (*low*)
Komparator C4 = 3V > 2,5V = 1 (*low*)
Komparator C3 = 3V > 1,78V = 1 (*low*)
Komparator C2 = 3V > 1,07V = 1 (*low*)
Komparator C1 = 3V > 0,36V = 1 (*low*)

Sehingga didapatkan output nilai ADC setelah melalui encoder yaitu 100(biner).

Tabel 3. Komparator ADC Simultan

Keluaran Komparator							Keluaran *Translator (encoder)*		
C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	2^2 (MSB)	2^1	2^0 (LSB)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

2.8 RESTful API

RESTful API merupakan implementasi dari API (*Application Programming Interface*). REST (*Representational State Transfer*) adalah suatu arsitektur metode komunikasi yang menggunakan protokol HTTP untun pertukaran data dan metode ini sering diterapkan dalam pengembangan aplikasi. Tujuannya adalah untuk menjadikan sistem yang memiliki performa yang baik, cepat dan mudah untuk dikembangkan. Terutama dalam pertukaran komunikasi data. URL Design untuk penelitian ini adalah 'airquality/api/sensor'. Sedangkan Verbs yang digunakan untuk penelitan adalah verb GET dan POST.

2.9 *Multiplatform* pada Ionic

Ionic adalah sebuah *framework* dapat digunakanuntuk membangun sebuah aplikasi *mobile* dengan menggunakan teknologi web seperti HTML5, CSS dan JavaScript sehingga bentuk aplikasinya disebut sebagai *mobile hybrid*. Selain itu, Ionic juga menyediakan komponen – komponen yang dapat digunakan oleh pengembang untuk mengakses fitur – fitur aplikasi *mobile* layaknya aplikasi *mobile* sebenarnya (*native*). Karena hybrid maka aplikasi hanya dibuat 1 kali tetapi sudah bisa dirilis di lebih dari 1 platform alias *multiplatform*. Tahapan dalam membangun aplikasi *multiplatform* pada ionic adalah dengan cara menambahkan platform yang akan digunakan pada *project*. Untuk penambahan *platform* pada *project* Ionic dapat menggunakan CLI dengan *command* berikut.

```
ionic cordova platform add $platform
```

`$platform` diganti dengan platform yang akan digunakan seperti ios, android, windows atau browser. Contoh untuk menambahkan platfrom browser.

```
ionic cordova platform add browser
```

Untuk melihat daftar platform yang telah ditambakan pada project dapat dilihat pada ProjectFolder\platforms.

Setelah penambahan platfrom selesai, maka aplikasi dapat dibangun sesuai dengan platfrom yang dibutuhkan. Tetapi ada beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi sebelum *project* dibangun kedalam aplikasi untuk platfrom yang diperlukan. Ionic menyediakan dokumentasi untuk kebutuhan dalam membangun aplikasi untuk platfrom yang diinginkan. Dengan menggunakan CLI, *command* berikut dapat digunakan untuk membangun project menjadi aplikasi yang dapat digunakan oleh platfrom.

```
ionic cordova build $platform
```

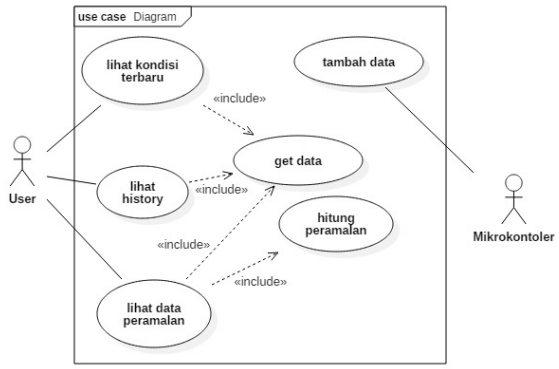
Contoh *command* untuk meng-compile aplikasi web adalah sebagai berikut.

```
ionic cordova build Browser
```

Hasil keluaran dari *command* diatas telah menghasilkan aplikasi web yang dapat langsung di gunakan sebagai aplikasi web. Untuk hasilnya dapat diambil pada ProjectFolder\platforms\ platforms\browser\www. Hasil ini dapat langsung di hosting kedalam *webserver*.

2.10 Use Case Diagram

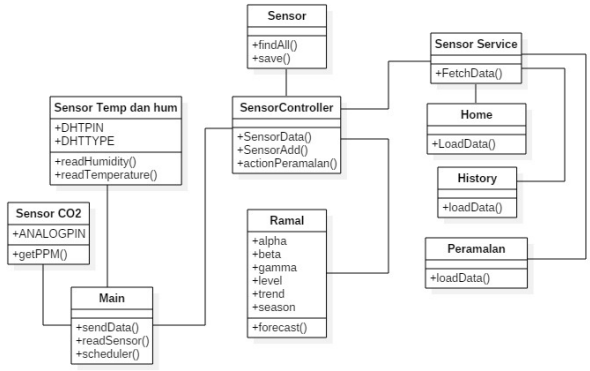
Use Case Diagram adalah diagram yang menunjukan fungsionalitas suatu sistem atau kelas dan bagaimana sistem tersebut berinteraksi. Serta untuk menjelaskan sistem secara fungsional yang terlihat pengguna. Berikut Use Case diagram untuk sistem yang akan dibangun pada penelitian ini ditunjukan pada Gambar 15.



Gambar 15. Use Case Diagram

2.10 Class Diagram

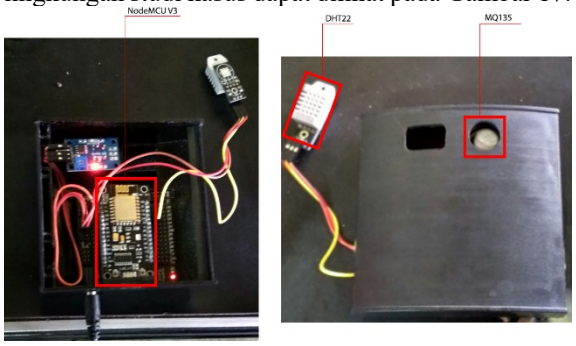
Class diagram merupakan diagram struktural yang memodelkan kelas serta relasinya. Diagram kelas digambarkan dengan kotak yang pada dasarnya terdapat nama kelas, atribut dan operasi dalam sistem secara keseluruhan, yang meliputi kelas dalam mikrokontroler, API serta aplikasi *smartphone*. Untuk kelas diagram pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Class Diagram

2.11 Hasil dan Pembahasan

Rangkaian *Hardware* mikrokontroler dan sensor yang digunakan untuk mengambil nilai ppm karbondioksida, suhu dan temperatur pada lingkungan studi kasus dapat dilihat pada Gambar 17.

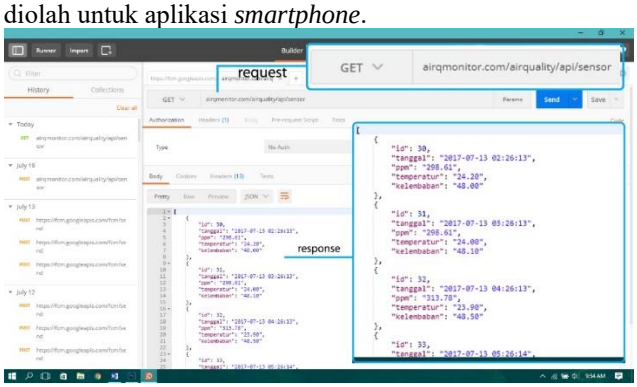


Gambar 17. Perangkat Mikrokontroler

2.12 Pengujian API

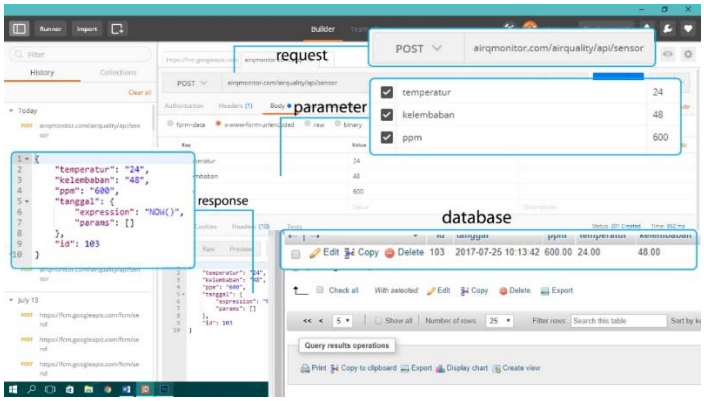
Pengujian fungsi POST dan GET pada API bertujuan untuk mengetahui apakah fungsi POST yang digunakan untuk alat berhasil untuk menyimpan data ke dalam database atau tidak. Sedangkan pengujian fungsi GET untuk mengetahui apakah pengambilan data dari server melalui API yang telah dibangun berhasil atau tidak. Fungsi GET pada API digunakan pada aplikasi smartphone untuk mengambil data yang tadi telah dikirim oleh alat. Pengujian fungsi API ini menggunakan perangkat lunak pendukung POSTMAN.

Gambar 18. menunjukan hasil pengujian fungsi GET yang dilakukan dengan menggunakan POSTMAN. Dapat dilihat hasilnya bahwa API berhasil memberikan response data dalam bentuk JSON yang berarti bahwa data dapat diambil dan diolah untuk aplikasi *smartphone*.



Gambar 18. Pengujian Fungsi GET

Gambar 19 menunjukan hasil pengujian fungsi POST dengan menggunakan aplikasi POSTMAN. Pengujian bertujuan untuk menguji apakah penyimpanan data melalui API dapat dilakukan. Dalam implementasinya, fungsi POST ini digunakan oleh mikrokontroler untuk mengirimkan data kedalam database.



Gambar 19. Pengujian Fungsi POST

3. PENUTUP

Berdasarkan pembahasan analisis, perancangan, implementasi hingga tahapan pengujian, dapat ditarik kesimpulan serta saran untuk pemanfaatan dan pengembangan sistem sistem monitoring polusi udara dengan fitur peramalan yang lebih baik lagi.

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir yang mengaju pada tujuan penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem dapat memberikan informasi mengenai indeks kualitas udara diarea kerjanya. Sehingga dapat membantu mensukseskan program K3LH di PT. Dirgantara Indonesia (Persero) dalam hal keselamatan karyawan.
2. Sistem dapat memberikan ramalan polusi udara untuk antisipasi adanya kualitas udara yang buruk. Hal ini dapat dijadikan sebagai pendukung keputusan dalam pembenahan

lingkungan kerja atau beban kerja yang dikerjakan.

3.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka peneliti memberikan saran atau rekomendasi pengembangan yang dapat dilakukan terhadap sistem monitoring polusi udara dengan fitur *forecasting*, untuk mensukseskan program K3LH di PT. Dirgantara Indonesia (Persero). Adapun saran – saran untuk pengembangan sistem Monitoring polusi udara dengan fitur *forecasting* ini adalah sebagai berikut :

1. Penambahan sensor yang dimonitor tidak hanya gas karbondioksida (CO_2), karena masih banyak gas – gas berbahaya yang dihasilkan dari industri.
2. Pencarian nilai parameter alpha, beta, dan gamma agar dapat dicari secara langsung oleh aplikasi.
3. Otomasi sistem untuk menangani adanya tingkat polusi udara yang buruk.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Riebeek, "Why Monitor Air Quality," 19 May 2009. [Online]. Available: https://terra.nasa.gov/citizen-science/air-quality. [Accessed 03 February 2017].

[2] World Health Organization, "Ambient air pollution," [Online]. Available: http://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/en/. [Accessed 22 March 2017].

[3] A. Wahyudi, "Indonesia Raksasa Teknologi Digital Asia," Tempo.co, 2 October 2015. [Online]. Available: https://www.tempo.co/read/kolom/2015/10/02/2310/indonesia-raksasa-teknologi-digital-asia. [Accessed 22 March 2017].

[4] R. Amrutkar, S. Vikharankar and L. Ahire, "Security: Smart Homes Using Internet of Things (IOT)," *International Engineering Research Journal (IERJ),* vol. 2, no. 2, pp. 558-561, 2016.

[5] R. Jin, T. Liu and S. Wang, "The Application of Holt Exponential Smoothing Model on 2014 Air Quality Index in Miyun County, Beijing, China," *Bulletin of Mathematics,* vol. 3, no. 4, 2015.

[6] H. V. Ravinder, "Forecasting With Exponential Smoothing - What's The Right Smoothing Constant," *Review of Business Information Systems,* vol. 17, no. 3, 2013.

[7] Y. Wicaksono and A. Suismoni, "Deteksi Gas Berbahaya CO, CO2, NOX Dengan Penampil Dot Matriks dan level Bahaya Serta Besarnya," p. 3.

[8] Tempo, "Ini Dia Delapan Industri Penyumbang Emisi Terbesar," Tempo, 07 Mei 2013. [Online]. Available: https://m.tempo.co/read/news/2013/05/07/090478703/ini-dia-delapan-industri-penyumbang-emisi-terbesar.