

**SENTRALISASI MONITORING TEKANAN GAS  
MEDIS BERBASIS ATMEGA 328**

**NASKAH PUBLIKASI**



**Oleh:**

**NUROKHIM**

**20163010068**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI ELEKTRO-MEDIS**

**PROGRAM VOKASI**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2020**

## SENTRALISASI *MONITORING* TEKANAN GAS MEDIS BERBASIS ATMEGA 328

Nurokhim<sup>1</sup>, Nur Hudha Wijaya<sup>1</sup>, Bambang Untara<sup>2</sup>  
Prodi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jln. Brawijaya Tamantirto, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55185  
Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646  
[kimnurokhim@gmail.com](mailto:kimnurokhim@gmail.com), [nurhudhawijaya@umy.ac.id](mailto:nurhudhawijaya@umy.ac.id)

### ABSTRAK

Salah satu penunjang pelayanan pada sarana kesehatan adalah instalasi gas medis. Kegagalan dalam penyediaan gas medis menjadi sebuah permasalahan yang serius disebabkan oleh tekanan gas yang tidak terkontrol dengan baik karena ketidakakuratan serta sulitnya pembacaan tekanan gas medis. Pembacaan tekanan yang jelas dan pengawasan yang terpusat sangat diperlukan untuk meminimalkan kegagalan sistem gas medis, sehingga dibutuhkan rancangan alat monitoring tekanan gas medis dengan tampilan *seven segment* dan bisa dipantau secara terpusat. Dengan memanfaatkan *pressure transducer* PX2 dan MPX5700 yang dikendalikan oleh Atmega 328 dihubungkan dengan komputer menggunakan NRF sebagai pengirim dan penerima sinyal. Sehingga gas medis bisa terpantau dengan baik. Dengan menggunakan alat monitoring tekanan gas medis ini pengujian dilakukan pada tekanan gas medis 3 bar, 4 bar dan 5 bar. Untuk vakum medis pada tekanan 40 cmHg, 50 cmHg dan 60 cmHg. Dari proses pembuatan alat dan uji coba yang dilakukan maka didapatkan kesimpulan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dalam menampilkan tekanan pada tampilan *seven segment* maupun tampilan pada komputer. Dengan kesalahan yang didapat masih di bawah toleransi yaitu dengan kesalahan paling tinggi 3% dan batas maksimum kesalahan 5%.

---

**Kata kunci** : *gas medis, monitoring, tekanan, seven segment, PX2, MPX 5700, NRF, ATMega328.*

## **CENTRALIZATION OF MEDICAL GAS PRESSURE MONITORING BASED ON ATMEGA 328**

Nurokhim<sup>1</sup>, Nur Hudha Wijaya<sup>1</sup>, Bambang Untara<sup>2</sup>  
Prodi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jln. Brawijaya Tamantirto, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55185  
Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646  
[kimnurokhim@gmail.com](mailto:kimnurokhim@gmail.com), [nurhudhawijaya@umy.ac.id](mailto:nurhudhawijaya@umy.ac.id)

### **ABSTRACT**

One of the supporting services in health facilities is medical gas installation. Failure to provide gas is a serious challenge due to uncontrolled gas pressure due to inaccuracies and difficulty in reading medical gas pressure. A clear pressure reader and centralized supervision are needed to improve the medical gas system, so a seven-segment gas pressure monitoring plan is needed and can be monitored centrally. By using PX2 and MPX5700 pressure transducers controlled by Atmega 328 supported by computers using NRF as signal senders and receivers. Can use medical gas can be monitored properly. By using this medical gas pressure monitoring tool, 3 bar, 4 bar and 5 bar medical gas pressure testing is carried out. For medical vacuum at pressures of 40 cmHg, 50 cmHg and 60 cmHg. According to tool making and trial that are conducted, it concludes that the tool works well on demonstrating the pressure on the display of seven segments or the display on computer. The error is still under tolerance as the number of error is 3% and the number of the maximum error limit is 5%.

---

**Key words:** *medical gas, monitoring, pressure, seven segment, PX2, MPX 5700, NRF, ATMega 328.*

## 1. PENDAHULUAN

Sistem instalasi gas medis dan vakum medis adalah seperangkat sentral gas medis dan vakum medis, instalasi pipa, katup penutup dan alarm gas medis dari titik *inlet* sampai titik *outlet* [1]. Gas medis adalah gas dengan spesifikasi khusus yang di gunakan untuk pelayanan medis pada sarana kesehatan. Gas medis pada sarana kesehatan digunakan sebagai terapi, pembiusan ataupun pengobatan. Sehingga gas medis harus bersih dan mempunyai kemurnian 99,95% [2]. Pembuatan instalasi pemipaan gas medis harus mengacu pada Permenkes dan standar pemipaan internasional. Dalam sistem standar pemipaan internasional terdapat dua sistem yaitu sistem *single stage* dan *double stage*. *Single stage* mengacu pada sistem standar pemipaan dari Jerman. Sedangkan *double stage* mengacu pada sistem pemipaan dari Prancis [3]. Instalasi gas medis pada sarana pelayanan kesehatan harus memenuhi persyaratan keamanan, yaitu harus di lengkapi penunjuk tekanan, alarm dan tanda peringatan jika terjadi perubahan tekanan [4]. Ketersediaan gas medis pada pelayanan kesehatan sangat penting dan harus mencukupi. Karena merupakan persyaratan yang sangat penting pada prosedur pembiusan, teraphi, pengobatan dan diagnosis pasien [5]. Gas medis sangat mempengaruhi kesehatan dan keselamatan pasien, sehingga di atur oleh undang-undang makanan, obat, dan kosmetik Amerika (FDA) [6]. Gas Medis termasuk dalam daftar kelengkapan saat pembiusan ataupun terapi, kegagalan ketersediaan gas bisa menyebabkan kegagalan pembiusan, polusi lingkungan bahkan dapat mengancam keselamatan pasien

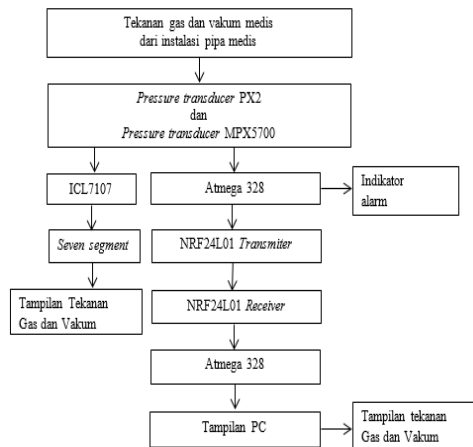
[7] [8]. Kegagalan sistem gas medis biasanya di sebabkan karena penggunaan regulator dengan kualitas rendah serta terkendalanya pemantauan tekanan gas medis yang belum tersentral, dan penggunaan manometer analog yang tidak bisa di pantau secara akurat.

Dari permasalahan tersebut maka diperlukan alat yang dapat memonitor tekanan gas medis dan vakum medis yang tersentralisasi, dan tertampil dalam bentuk digital. Dilengkapi alarm peringatan apabila tekanan gas medis dan vakum medis mengalami perubahan tekanan di luar tekanan yang di tetapkan. Sehingga dapat meminimalkan kegagalan penyediaan gas medis pada fasilitas kesehatan.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Dalam pembuatan alat monitoring tekanan gas medis dan vakum medis ini diperlukan *power suplay*, minimum sistem Atmega 328, sensor PX2, sensor MPX5700, rangkaian *sevent segment*, rangkaian NRF24L01, serta *buzzer* sebagai indikator ketika terjadi kenaikan tekanan di atas 5 bar dan penurunan tekanan di bawah 4 bar. Pembuatan alat di mulai dengan perancangan perangkat keras berupa pembuatan dan perakitan modul untuk tampilan *seven segment* serta minsis Arduino. Setelah perangkat keras dilanjutkan pembuatan program Arduino yang digunakan untuk komunikasi NRF24L01.

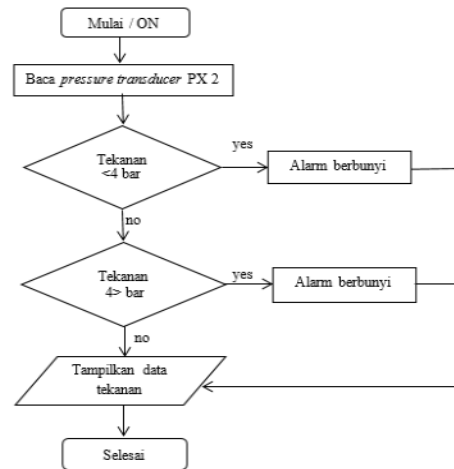
Gambar 2.1 menunjukkan blok diagram alat.



Gambar 2.1 Blok Diagram.

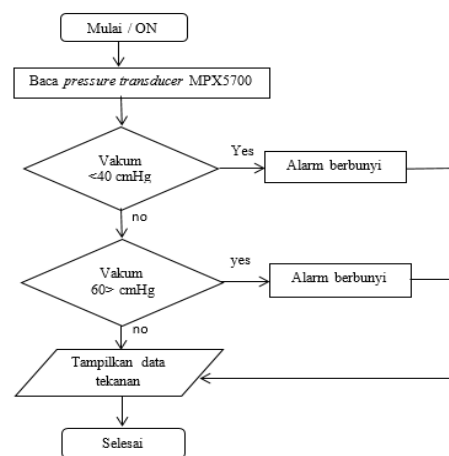
Tekanan gas medis akan di baca oleh *pressure transducer* PX2 dan vakum di baca oleh *pressure transducer* MPX5700. Hasil pengukuran *pressure transducer* diolah oleh ICL7107 dan di tampilkan dengan *seven segment*. Atmega 328 digunakan untuk mengirimkan sinyal dari *pressure transducer* dengan NRF24L01 serta di gunakan untuk alarm apabila terjadi kenaikan atau penurunan tekanann di luar tekanan yang ditentukan. Atmega 328 digunakan sebagai penerima sinyal dengan menggunakan NRF24L01 yang berfungsi sebagai penerima (*receiver*) yang terhubung dengan komputer. Pembuatan program minimum sistem Atmega 328 menggunakan program Arduino. Program ini di gunakan untuk menjalankan NRF24L01 serta di gunakan untuk mengatur alarm yang akan berbunyi ketika tekanan gas medis dan vakum medis di atas atau di bawah tekanan yang di tentukan.peringatan dan

Gambar 2.2 menunjukkan diagram alir pembacaan tekanan gas medis.



Gambar 2.2 Diagram alir alat monitoring tekanan gas medis.

Dari Gambar 2.2 Diagram alir dapat di jelaskan alur kerja alat, Saat alat di hidupkan maka *pressure transducer* PX2 akan membaca tekanan gas medis dari instalasi pipa. Tekanan yang di baca oleh *pressure transducer* akan di tampilkan pada *seven segment* dan tampilan pada komputer. Ketika tekanan gas medis mengalami penurunan di bawah 4 bar, atau mengalami kenaikan di atas 5 bar maka alarm akan berbunyi. Gambar 2.3 menunjukkan diagram alir pembacaan tekanan vakum medis.



Gambar 2.3 Diagram alir alat monitoring vakum medis

Dari Gambar 3.3 Diagram alir dapat di jelaskan alur kerja alat, Saat alat di hidupkan maka *pressure transducer* MPX5700 akan membaca tekanan vakum medis dari instalasi pipa. Tekanan yang di baca oleh *pressure transducer* akan di tampilkan pada *seven segment* dan tampilan pada komputer. Ketika tekanan vakum medis mengalami penurunan di bawah 40 cmHg, atau mengalami kenaikan di atas 60 cmHg maka alarm akan berbunyi.

### 2.1 Karakteristik *Pressure Transducer* PX2.

*Pressure transducer* PX2 adalah *pressure transducer* yang dikonfigurasi dengan menggunakan teknologi penginderaan *piezoresistif* dengan pengkondisian sinyal ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*) dengan bahan *stainless steel*. Pada gambar 2.4 adalah *Pressure transducer* PX2.



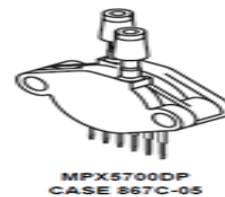
Gambar 2.4 *Pressure transducer* PX2.

*Pressure Transducer* PX2 mengukur tekanan *gauge absolut*, tertutup, atau berventilasi. *Versi absolut* memiliki referensi vakum *internal* dan nilai *output* sebanding dengan tekanan *absolut*, versi pengukur tertutup memiliki referensi tekanan *internal* dari satu atmosfer di permukaan laut, dan versi pengukur ventilasi mengukur tekanan berdasarkan dengan tekanan udara sekitar. Seri PX2 dapat beroperasi di lingkungan keras yang biasa ditemukan

di aplikasi HVAC/R dan kompresor udara [8].

### 2.2 Karakteristik *Pressure Transducer* MPX5700

*Pressure transducer* MPX 5700 merupakan *transducer* yang dapat mengukur hingga tekanan maksimum yaitu 7 bar. Terdapat 3 macam tipe pengukuran yang bisa dilakukan oleh sensor ini yaitu *type gauge*, *differentials*, dan *absolute*. Pada gambar 2.4 menunjukkan *pressure transducer* MPX5700.



Gambar 2.5 *Pressure transducer* MPX5700

*Pressure transducer* MPX5700 *Piezoresistive transducer* adalah *pressure transducer* silikon monolitik yang dirancang untuk berbagai aplikasi, khususnya yang menggunakan mikrokontroler atau mikroprosesor dengan A/D masukan. Sensor MPX 5700 ini menggabungkan teknik *micromachining*, metalisasi film tipis, dan pemrosesan bipolar memberikan sinyal keluaran analog tingkat tinggi yang akurat yang sebanding dengan tekanan yang diterapkan [9].

### 2.3 Karakteristik NRF24L01

NRF24L01 adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang radio frekwensi 2.4 GHz ISM (*Industrial*,

*Scientific and Medical*). Radiasi gelombang radio yang di gunakan pada NRF24L01 masih aman bagi operator gas medis karena berada pada frekwensi aman yang bisa diterima manusia [8]. Modul ini menggunakan antarmuka SPI (*Serial Pararel Interface*) untuk berkomunikasi. Pada gambar 2.6 menunjukkan NRF24L01 yang di gunakan sebagai pengirim dan penerima sinyal.



Gambar 2.6 NRF24L01.

*ModuleWirelessNRF24L01* adalah modul yang mempunyai fungsi untuk komunikasi jarak jauh atau nirkabel yang memanfaatkan gelombang RF 2,4 GHz yang biasanya diaplikasikan untuk *Scientific*, *Industrial*, maupun *Medical*. Pada modul ini menggunakan antarmuka SPI (*Serial Parallel Interface*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler [11].

#### 2.4 Metode pengujian dan analisis.

Proses pengujian alat Sentralisasi *monitoring* tekanan gas medis berbasis Atmega 328 dilakukan di Laboratorium Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Proses pengujian alat di lakukan pada tekanan 3 bar, 4 bar dan 5 bar untuk gas medis. Untuk vakum medis pada tekanan negatif 40 cmHg, 50 cmHg dan 60 cmHg [1].

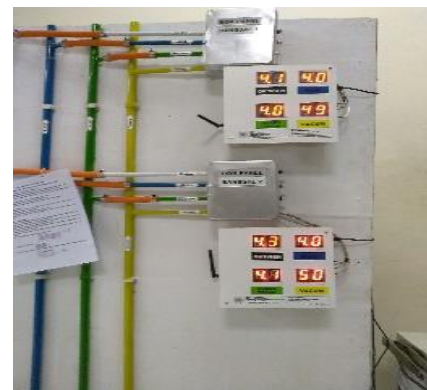
Metode pengujian dilakukan dengan cara membandingkan tekanan yang di *setting* pada regulator tekanan

gas dengan tekanan yang ditampilkan pada *seven segment* dan tampilan pada komputer. Pengujian di lakukan sebanyak 20 kali pengambilan data. Metode analisa data dengan teknik analisa perhitungan rata-rata, simpangan dan nilai *error*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian alat Sentralisasi *monitoring* tekanan gas medis berbasis Atmega 328 dilakukan di Laboratorium Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Karena keterbatasan sarana, pengujian tekanan gas medis menggunakan kompresor udara dan vakum medis menggunakan *sunction pump*.

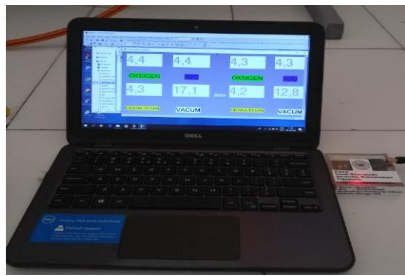
Gambar 3.1 menunjukkan bentuk fisik tampilan gas medis dan vakum medis dalam tampilan *seven segment*.



Gambar 3.1 Tampilan *seven segment*.

Tekanan gas medis dan vakum medis tertampil dalam bentuk digital, sehingga lebih mudah dalam pembacaan tekanan.

Gambar 3.2 menunjukkan tampilan tekanan gas medis dan vakum medis pada komputer.



Gambar 3.2 Tampilan tekanan gas pada komputer.

Dari tampilan komputer petugas gas medis akan lebih mudah dalam memantau tekanan gas pada tiap-tiap bangsal, sehingga dapat mempercepat penanganan apabila terjadi perubahan tekanan gas medis di bawah 4 bar dan di atas 5 bar.

**a. Hasil pengukuran tekanan gas medis 3 bar dan vakum medis 40 cmHg pada tampilan seven segment.**

Dari pengambilan data pada tekanan gas medis 3 bar dan vakum medis 40 cmHg pada tampilan seven segment di peroleh hasil pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Tekanan gas medis 3 bar dan vakum medis 40 cmHg pada tampilan seven segment.

Tekanan 3 bar dan vacuum 40 cmHg Tampilan pada 7-segmen								
No	Bangsal 1				Bangsal 2			
	O2	N2O	Udara	Vac	O2	N2O	Udara	Vac
1	3	3,1	2,8	41	2,8	2,8	3,1	41
2	3,2	3	2,8	41	3,1	3,1	3,2	41
3	2,8	3	2,9	41	3,1	3,1	3	41
4	3	3,1	3	41	2,8	3	3,1	41
5	3	3,1	2,9	41	3,1	3,1	3,2	41
6	2,8	3	2,9	41	3,1	3,1	2,8	41
7	2,9	3	2,9	41	2,8	3	2,9	41
8	2,8	3	3	41	2,8	2,9	3	41
9	3,1	3,1	2,8	41	3	3,1	2,8	41
10	3,1	3,1	2,8	41	2,9	3	2,8	41
11	2,8	3	2,9	41	3,1	2,8	2,8	41
12	3,1	2,9	2,8	41	3,1	3,1	2,8	41
13	3	3,1	2,8	41	3	3,1	2,8	41
14	3,1	3	2,9	41	3,1	3,1	2,9	41
15	2,9	3,1	2,8	41	3,1	3,1	2,8	41
16	2,8	3	2,8	41	3,1	3,1	2,9	41
17	2,8	3	2,9	41	3	2,9	2,9	41
18	2,9	3,1	2,8	41	3,1	2,9	3	41
19	2,9	3	2,9	41	3,1	2,8	2,9	41
20	3	3	3	41	2,9	2,8	3,1	41
Rata - Rata	2,95	3,04	2,87	41,00	3,01	3,00	2,94	41,00
Simpangan	0,05	-0,04	0,13	-1,00	-0,01	0,00	0,06	-1,00
Error (%)	0,02	-0,01	0,04	-0,03	0,00	0,00	0,02	-0,03

Berdasarkan tabel 3.1 tekanan gas medis 3 bar dan vakum medis 40 cmHg pada tampilan seven segment di dapatkan hasil simpangan terbesar untuk vakum medis dengan simpanan 1. Dengan error sebesar 0,1%.

**b. Hasil pengukuran tekanan gas medis 3 bar dan vakum medis 40 cmHg pada tampilan komputer.**

Dari pengambilan data pada tekanan gas medis 3 bar dan vakum medis 40 cmHg pada tampilan komputer di peroleh hasil pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Tekanan gas medis 3 bar dan vakum medis 40 cmHg pada tampilan komputer.

Tekanan 3 bar dan vacuum 40 cmHg Tampilan pada komputer								
No	Bangsal 1				Bangsal 2			
	O2	N2O	Udara	Vac	O2	N2O	Udara	Vac
1	3,2	3,1	3	38,4	3,2	3,2	3,2	41
2	3,2	3,1	3	41,6	3,2	3,2	3	41
3	3,1	3,1	3	41,6	3	3,2	3	41
4	3,1	3,1	3	41,6	3,2	3,2	3	41
5	3,1	3,1	3	48,4	3,2	3,2	3	41
6	3,1	3,1	2,9	41,6	3,2	3,2	3	41
7	3,1	3,1	3	38,4	3,2	3,2	3	40
8	3,1	3,1	3	38,4	3,1	3,1	2,9	40
9	3,1	3,1	3	41,6	3,2	3,2	2,9	42
10	3,1	3,1	2,9	41,6	3,1	3,1	2,9	42
11	3,2	3,2	2,9	38,4	3,2	3,2	2,9	42
12	3,1	3,1	2,9	41,6	3,2	3,2	2,9	41
13	3,1	3,1	2,9	38,4	3,1	3,2	2,9	41
14	3,1	3,1	2,8	38,4	3,2	3,2	2,9	41
15	3,1	3,1	2,9	41,6	3,2	3,2	2,9	42
16	3,1	3	2,8	41,6	3,2	3,2	3	42
17	3,1	3,1	2,8	38,4	3,2	3,1	2,9	42
18	3	3	3	41,6	3	3,1	3	42
19	3,1	3,1	2,9	38,4	3,2	3,2	3	42
20	3,1	3,1	2,9	41,6	3	3,2	2,9	42
Rata - Rata	3,11	3,09	2,93	40,66	3,16	3,18	2,96	41,35
Simpangan	-0,11	-0,09	0,07	-0,66	-0,16	-0,18	0,04	-1,35
Error (%)	-0,04	-0,03	0,02	-0,02	-0,05	-0,06	0,01	-0,03

Berdasarkan tabel 3.2 tekanan gas medis 4 bar dan vakum medis 50 cmHg pada tampilan komputer di dapatkan hasil simpangan terbesar pada vakum medis bangsal 2 dengan simpangan 2, dengan error sebesar 0,04%.

**c. Hasil pengukuran tekanan gas medis 4 bar dan vakum medis 50 cmHg pada tampilan seven segment.**

Dari pengambilan data pada tekanan gas medis 4 bar dan vakum medis 50



cmHg pada tampilan *seven segment* di peroleh hasil pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tekanan gas medis 4 bar dan vakum medis 50 cmHg pada tampilan *seven segment*.

No	Tekanan 4 bar dan vacuum 50 cmHg Tampilan pada 7-segmen							
	Bangsal 1				Bangsal 2			
	O2	N2O	Udara	Vac	O2	N2O	Udara	Vac
1	4	4,2	3,9	51	3,9	3,9	3,9	52
2	4,2	4,2	4,2	51	4,1	4,2	3,9	52
3	4	4	3,9	51	4,1	4,1	3,9	52
4	3,9	4,1	3,8	51	3,9	4,1	3,9	52
5	4	4,1	3,9	51	3,9	4	3,9	52
6	3,9	4,1	4	51	4,1	4,2	3,8	52
7	4	4,1	3,9	51	4,2	4,1	4,1	52
8	4	4,1	3,9	51	3,9	4	3,9	52
9	4,1	4,1	4,2	51	3,9	3,9	3,9	52
10	4	4,1	3,9	51	3,9	3,9	3,9	52
11	4	4,1	3,9	51	3,9	3,9	3,9	52
12	4,1	4,1	3,9	51	3,9	3,9	3,9	52
13	4,1	4,1	3,8	51	4,1	4,1	4	52
14	4,1	4,1	3,9	51	3,9	3,9	3,9	52
15	4,1	4,1	3,9	51	4,1	4,1	4,1	52
16	4	4	4	51	4	4,1	4,1	52
17	4,1	4,1	3,9	51	4,1	4,1	4,1	52
18	4,1	4,1	3,9	51	4,1	4,1	4	52
19	4,1	4,1	4	51	3,9	3,9	3,9	52
20	4,1	4	3,9	51	3,9	4	4	52
Rata - Rata	4,045	4,095	3,935	51	3,99	4,025	3,95	52
Simpangan	-0,045	-0,095	0,065	-1	0,01	-0,025	0,05	-2
Error (%)	-0,0112	-0,0238	0,01625	-0,02	0,0025	-0,0062	0,0125	0,04

Berdasarkan tabel 3.3 tekanan gas medis 4 bar dan vakum medis 50 cmHg di dapatkan hasil simpangan terbesar pada tampilan *seven segment* bangsal 2 untuk vakum medis. Dengan *error* sebesar 0,04%.

**d. Hasil pengukuran tekanan gas medis 4 bar dan vakum medis 50 cmHg pada tampilan komputer.**

Dari pengambilan data pada tekanan gas medis 4 bar dan vakum medis 50 cmHg pada tampilan komputer di peroleh hasil pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Tekanan gas medis 4 bar dan vakum medis 50 cmHg pada tampilan komputer

No	Tekanan 4 bar dan vacuum 50 cmHg Tampilan pada komputer							
	Bangsal 1				Bangsal 2			
	O2	N2O	Udara	Vac	O2	N2O	Udara	Vac
1	4,2	4,2	4,1	48,4	4	4,1	4,2	47
2	4,2	4,2	4,2	48,4	4,1	4,1	4,2	47
3	4,1	4	4,1	51,6	4,2	4	4,1	47
4	4,1	4	4,1	48,4	4,2	4	4,1	51,3
5	4,1	4,1	4	48,4	4,2	4	4	51,3
6	4,1	4,1	3,9	48,4	4,2	4	3,9	47
7	4,1	4,1	3,9	51,6	4,2	4	3,9	47
8	4,1	4,1	3,9	51,6	4,1	4,1	3,9	51,3
9	4,2	4,1	4	51,6	4,2	4,1	4,1	47,3
10	4,1	4,1	4,1	51,6	4,2	4	4,2	47,3
11	4,2	4,1	4	48,4	4,2	4	4	51,7
12	4,1	4,1	4,1	48,4	4,2	4,1	4,1	51,7
13	4,1	4,1	4,2	51,6	4,2	4,2	4,2	51,7
14	4,2	4,2	4,2	48,4	4,2	4,1	4,2	47,3
15	4,2	4,1	4,2	51,6	4,2	4,1	4,2	47,3
16	4,1	4,1	4,1	51,6	4,2	4	4,2	47,3
17	4,2	4,1	4,2	51,6	4,2	4	4,2	51,7
18	4,2	4,2	4,2	51,6	4,2	4,1	4,2	51,7
19	4	4,1	4,2	51,6	4,3	4,1	4,2	51,7
20	4,2	4,1	4,2	51,6	4,2	4,1	4,2	51,7
Rata - Rata	4,14	4,11	4,095	50,32	4,185	4,06	4,115	49,365
Simpangan	-0,14	-0,11	-0,095	-0,32	-0,185	-0,06	-0,115	0,635
Error (%)	-0,035	-0,0275	-0,0238	-0,0064	-0,0463	-0,015	-0,0258	0,0127

Berdasarkan tabel 3.4 tekanan gas medis 4 bar dan vakum medis 50 cmHg di dapatkan hasil simpangan terbesar pada tampilan komputer bangsal 1 untuk oksigen. Dengan *error* sebesar 0,035%.

**e. Hasil pengukuran tekanan gas medis 5 bar dan vakum medis 60 cmHg pada tampilan seven segment.**

Dari pengambilan data pada tekanan gas medis 5 bar dan vakum medis 60 cmHg pada tampilan *seven segment* di peroleh hasil pada tabel 3.5

Tabel 3.5 Tekanan gas medis 5 bar dan vakum medis 60 cmHg pada tampilan *seven segment*

No	Tekanan 5 bar dan vacuum 60 cmHg Tampilan pada 7-segmen							
	Bangsal 1				Bangsal 2			
	O2	N2O	Udara	Vac	O2	N2O	Udara	Vac
1	5,1	5,1	4,8	58	4,9	4,9	5,1	58
2	5,2	5,1	4,9	59	4,9	4,9	4,8	58
3	5,3	5,2	5,1	58	4,9	4,9	4,8	58
4	4,9	5,2	4,9	57	4,8	4,9	4,8	57
5	4,8	5	5,1	59	4,9	4,8	5	59
6	4,9	5,1	5	58	4,8	4,9	4,9	58
7	5,1	5,2	5	58	5	4,9	4,8	58
8	5	5,2	5	57	4,9	4,9	4,8	59
9	5,1	5,2	4,9	58	4,9	5,1	4,9	59
10	5	5,3	4,9	58	5,1	5,1	4,9	58
11	5,1	5,3	4,8	58	5	4,9	5	58
12	5	5,2	4,8	59	5,1	5,1	4,9	58
13	4,8	5,1	5,1	57	5	4,9	5,1	58
14	4,8	5,1	5,1	58	4,8	4,9	5	58
15	4,9	5,1	5,1	58	4,9	4,8	5	59
16	4,9	5,2	5	58	4,8	4,8	5	58
17	5	5,2	5	58	4,8	4,8	4,9	58
18	4,9	5,2	5,1	58	4,9	4,9	5,1	58
19	5	5	5	58	4,9	4,8	4,9	58
20	5	5	5	58	4,9	4,9	5	58
Rata - Rata	4,99	5,15	4,98	58	4,91	4,905	4,935	58,15
Simpangan	0,01	-0,15	0,02	2	0,09	0,095	0,065	1,85
Error (%)	-0,002	-0,03	0,004	0,033	0,018	0,019	0,013	0,031

Berdasarkan tabel 3.5 tekanan gas medis 5 bar dan vakum medis 60 cmHg di dapatkan hasil simpangan terbesar pada tampilan *seven segment* bangsal 1 untuk vakum medis. Dengan *error* sebesar 0,033%.

**f. Hasil pengukuran tekanan gas medis 5 bar dan vakum medis 60 cmHg pada tampilan komputer.**

Dari pengambilan data pada tekanan gas medis 5 bar dan vakum medis 60 cmHg pada tampilan komputer di peroleh hasil pada tabel 3.6

Tabel 3.6 Tekanan gas medis 5 bar dan vakum medis 60 cmHg pada tampilan komputer.

Tekanan 5 bar dan vakum 60 cmHg Tampilan pada komputer								
No	Bangsal 1				Bangsal 2			
	O2	N2O	Udara	Vac	O2	N2O	Udara	Vac
1	5,1	5	5,1	61,7	4,9	5,1	5,1	61,7
2	5,1	5	5,1	57,3	5,1	5,1	5,1	57,3
3	4,9	5	5,2	61,3	5,1	5,1	5,1	57,3
4	4,9	5	5,2	57,3	4,9	4,9	5,2	61,7
5	4,9	5	5,1	57,3	4,9	5,1	5,1	61,7
6	5,1	5	5,1	57,3	4,9	5,1	5,1	61,7
7	5,1	5	5,1	57,3	5,1	5,1	5,1	57,3
8	5,1	5,1	5,1	61,7	5,1	5,1	5,1	57,3
9	5,1	5,1	5,1	61,7	5,1	5,1	5	57,3
10	5,1	5,1	5,1	61,7	5,1	5,1	5	57,3
11	5,1	5	5	61,7	5,1	5,1	5	61,7
12	5,1	5	4,9	61,7	4,9	5	4,9	57,3
13	4,9	5	5,2	61,7	4,9	4,9	5,2	61,7
14	4,9	5,1	5,2	61,7	5,2	5,1	5,2	61,7
15	5,1	5	5,2	51,3	5,1	5,1	5,2	57,3
16	4,9	5	5,1	51,3	5,1	5,1	5,1	57,3
17	5,1	5	5,1	61,7	4,9	5,1	5,1	57,3
18	5,1	5	5,1	61,7	4,9	5,1	5,1	61,7
19	4,9	5	5,1	57,3	5,1	5,1	5,2	61,7
20	5,1	5	5,1	61,7	5,1	5,1	5,1	57,3
Rata-Rata	5,03	5,02	5,11	59,32	5,025	5,075	5,1	59,28
Simpangan	-0,03	-0,02	-0,11	0,68	-0,025	-0,075	-0,1	0,72
Error (%)	-0,006	-0,004	-0,022	0,011	-0,005	-0,015	-0,02	0,012

Berdasarkan tabel 3.6 tekanan gas medis 5 bar dan vakum medis 60 cmHg di dapatkan hasil simpangan terbesar pada tampilan komputer bangsal 2 untuk vakum medis. Dengan *error* sebesar 0,012%.

#### 4. KESIMPULAN

Dari proses pembuatan alat, percobaan, pengujian dan proses pengambilan data, maka dapat di simpulkan bahwa alat yang di buat sesuai dengan harapan dimana:

1. Alat dapat memonitor tekanan gas medis dan vakum medis dengan tampilan digital dengan menggunakan *seven segment* dan tertampil secara terpusat pada komputer kendali yang terhubung tanpa kabel dengan menggunakan NRF24L01.
2. Tampilan *seven segment* bisa terlihat dengan jelas, sehingga pengamatan tekanan gas medis dan vakum medis bisa lebih baik di banding pengamatan menggunakan manometer analog.
3. Pengiriman data menggunakan NRF bisa stabil pada jarak yang

di tentukan. Sehingga pengiriman data bisa cepat.

4. Alarm dapat berfungsi dengan baik ketika terjadi penurunan atau kenaikan tekanan gas medis maupun vakum medis di luar tekanan yang di tentukan.

#### REFERENSI

- [1] B. U. I. K. Nur Hudha Wijaya, "Monitoring tekanan gas medis pada instalasi gas medis rumah sakit," *Medika Teknika*, vol. 01, no. 01, pp. 22-27, 2019.
- [2] N. soni, "Overview of regulatory requirements for medical gases and pharmaceutical gases," *International Journal of Research in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, vol. 2, no. 6, pp. 61-64, 2017.
- [3] M. A. Al-Ainin, "Medical Gases Pipeline System," *MGPS*, pp. 1-25, maret 2014.
- [4] K. Kesehatan, "Peraturan menteri kesehatan tentang penggunaan gas medis dan vakum medis pada fasilitas kesehatan," Kementrian kesehatan, Indonesia, 2016.
- [5] R. K. S. Mauro Luisetto, "Hospital Medicine Gas Management System: The Pharmacist Role in a Pharmaceutical-," *Advances in Bioengineering & Biomedical Science Research*, vol. 2, no. 3, pp. 1-10, 2019.
- [6] A. A. M. T. MOHAMED HESHAME AREF, "Centralized Medical Gas Monitoring Solution

For Medical Piping Gases In The Hospitals," *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, vol. 4, no. 8, pp. 24-28, 2017.

- [7] M. K. Habib Md Reazaul Karim\*, "Nitrous oxide in waste anesthetic gases with different," *Medical Gas Research*, vol. 4, no. 3, pp. 125-127, 2018.
- [8] R. L. A. P. M. A. W. B. J. H. Z. Lei Huang, "Inhalation of high concentration hydrogen gas," *Medgasres*, vol. 8, no. 3, pp. 1-7, 18.
- [9] Honeywell international inc., "Heavy duty pressure transducer PX2 series," Honeywell international inc., USA, 2017.
- [10] Freescale semiconductor inc., "Data sheer MPX 5700 series," Freescale semiconductor inc., USA, 2012.
- [11] W. K. A. R. D. U. Nur Hudha Wijaya, "Deteksi Radiasi Gelombang Elektromagnetik dari Peralatan Medis," *Jurnal ECOTIPE*, vol. 6, pp. 102-106, 2019.
- [12] Nordic Semiconductor, "NRF24L01+Single Chip 2.4GHz Transceiver," Nordic semiconductor, Norwegian, 2008.