

## ID: 36

# Perancangan Alat Pendeksi Asma Berbasis Sensor Pulse Oximeter dan Electromyography

## *Design of an Asthma Detection Device Based on Pulse Oximeter and Electromyography Sensors*

Rifqi Kumara Jati<sup>1\*</sup>, Althaf Putra Zulyan<sup>2</sup>, Inna Ekawati<sup>3</sup>, Annisa Firasanti<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Islam 45 Bekasi, Bekasi, Indonesia

Jl. Cut Meutia No.83 Bekasi Timur, Kota Bekasi, 17113

rkumarajati@gmail.com<sup>1\*</sup>, althafputra28@gmail.com<sup>2</sup>, inna.ekawati@unismabekasi.ac.id<sup>3</sup>,

annisa\_firasanti@unismabekasi.ac.id<sup>4</sup>

**Abstrak** – Penanganan asma yang tidak optimal dapat berdampak serius, termasuk rawat inap berulang hingga risiko kematian. Saat ini, penilaian derajat keparahan asma seringkali bersifat subjektif, sehingga dibutuhkan metode yang lebih objektif. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah sistem skoring Modified Pediatric Asthma Severity Score (MPASS). Oleh karena itu, penelitian ini merancang suatu alat dan aplikasi yang mampu melakukan pemantauan kondisi anak dengan serangan asma secara real-time di ruang rawat inap menggunakan sistem skoring objektif. Tujuan dari pengembangan alat ini adalah untuk mempermudah tenaga kesehatan dalam memantau pasien, mendukung dokter dalam pengambilan keputusan klinis yang tepat, serta meningkatkan kualitas layanan kesehatan berbasis teknologi. Aplikasi ini diharapkan mampu menjadi solusi efektif dalam manajemen asma pada anak dan mempercepat proses penatalaksanaan yang sesuai dengan tingkat keparahan yang teridentifikasi.

**Kata Kunci:** Asma, MPASS, pemantauan, real-time, aplikasi kesehatan, ruang rawat inap.

**Abstract** – Suboptimal asthma management can have serious consequences, including repeated hospitalizations and even death. Currently, the assessment of asthma severity is often subjective, so a more objective method is needed. One method that can be used is the Modified Pediatric Asthma Severity Score (MPASS) scoring system. Therefore, this study designed a tool and application capable of monitoring the condition of children with asthma attacks in real-time in the inpatient ward using an objective scoring system. The purpose of developing this tool is to facilitate healthcare workers in monitoring patients, support doctors in making appropriate clinical decisions, and improve the quality of technology-based healthcare services. This application is expected to be an effective solution in managing asthma in children and accelerating the treatment process in accordance with the identified severity level.

**Keywords:** Asthma, MPASS, monitoring, real-time, health app, inpatient room.

## 1. Pendahuluan

Asma merupakan penyakit kronis bersifat heterogen yang bisa menyerang siapa saja dari segala usia. Penyakit ini disebabkan oleh peradangan serta penyempitan otot di sekitar saluran pernapasan, yang mengakibatkan kesulitan bernapas. Gejala dan gambaran yang sering dijumpai meliputi *mengi*, batuk (terutama pada malam hari dan saat beraktivitas), *dispnea* dan sesak dada, obstruksi saluran napas yang bervariasi, serta *hyper responsive* bronkial.[1][2]

WHO dan *Global Asthma Network* (GAN), memperkirakan jumlah penderita asma akan meningkat hingga 400 juta jiwa pada tahun 2025, dan sekitar 250 ribu kematian yang terjadi disebabkan oleh asma. Berdasarkan data WHO pada 2019, prevalensi asma diperkirakan sekitar



235 juta penderita di seluruh dunia, yang mencakup 1% hingga 18% dari populasi global. Menurut *American College of Emergency Physicians*, asma menjadi penyebab sekitar 1,8 juta kunjungan ke ruang darurat dan sekitar 4.000 kematian setiap tahun. Sementara itu, data dari Kementerian Kesehatan Indonesia, menjadikan asma sebagai salah satu penyakit yang paling banyak diderita oleh masyarakat Indonesia hingga akhir 2020, yakni sekitar 4,5% dari total populasi Indonesia (12 juta jiwa).[3]

Asma dapat menyerang di segala usia, dewasa maupun anak-anak. Asma umum terjadi pada anak-anak dengan derajat yang berbeda. Banyak anak dengan asma berat muncul pada usia sekolah (6-11 tahun) namun mereka melaporkan timbulnya gejala asma lebih awal pada masa kanak-kanak (usia 3 tahun) dibandingkan dengan asma ringan-sedang (usia 5 tahun). Beberapa anak menunjukkan gejala asma pada awal kehidupannya, 30% anak mendapatkan serangan asma pertama di usia <1 tahun, dan sekitar 50%-55% mendapat serangan asma pertama diusia <2 tahun. Beberapa penelitian menyatakan bahwa 80% hingga 90% terjadinya asma pertama ditemukan pada anak usia sebelum 4-5 tahun.[4]

Asma sering muncul secara klinis dalam bentuk serangan atau episode. Gejala yang timbul akibat peradangan yang terjadi menjadi dasar pengendalian tatalaksana asma. Tatalaksana ini dilakukan dengan tujuan tercapainya pengendalian asma yang menjadikan tumbuh kembang anak dapat optimal. Pada dasarnya asma tidak dapat disembuhkan, namun dapat dikendalikan. Meskipun demikian, banyak pasien memerlukan tindak lanjut medis dan pengobatan jangka panjang.[5]

Berdasarkan latar belakang tersebut, secara khusus penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem diagnosis dan monitoring terintegrasi untuk mengukur derajat keparahan penyakit asma pada anak serta memberikan rekomendasi yang sesuai kepada dokter dan perawat untuk penanganan pasien yang dipersonalisasi.

Urgensi penelitian ini terletak terutama pada kebutuhan sistem diagnosis dan monitoring derajat penyakit asma yang ramah terhadap pasien anak. Hal ini disebabkan mengingat perangkat diagnosis yang selama ini menjadi pilihan terbaik untuk kepentingan tersebut, yakni spirometer, masih dianggap tidak menyenangkan bagi apsien anak. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian yang mampu mendesain dan mengembangkan perangkat diagnosis dan monitoring berbasis senso elektronik yang bukan hanya menakutkan, tetapi juga menarik bagi pasien anak.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Rancangan Alat

#### 2.1.1. Sensor Pulse Oximeter

Sensor MAX30102 terdiri dari dua LED (Merah dan IR) serta sebuah fotodioda. Kedua LED ini digunakan untuk mengukur SpO<sub>2</sub>. Kedua LED tersebut memancarkan cahaya pada panjang gelombang yang berbeda, sekitar 660nm untuk LED merah dan sekitar 880nm untuk LED IR. Pada panjang gelombang tertentu ini, hemoglobin teroksigenasi dan tidak teroksigenasi memiliki properti penyerapan yang sangat berbeda.

#### 2.1.2. Sensor Electromyography

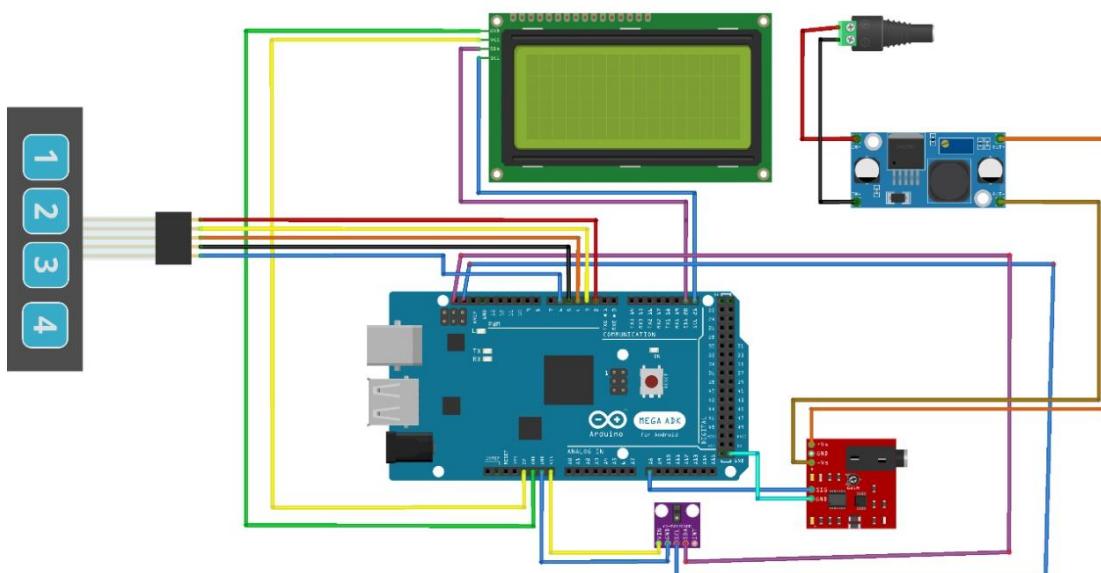
*Electromiography* (EMG) adalah metode non-invasif untuk mengukur pola pernapasan berdasarkan gerak otot dinding dada dan diafragma saat bernapas . Sistem sensor pada EMG terdiri dari tiga buah elektroda permukaan, selanjutnya EMG dapat menunjukkan pola listrik otot saat istirahat maupun kontraksi.yang ditempatkan di sekitar dada dan perut. Saat otot berkontraksi, terbentuk potensial aksi listrik yang bisa ditangkap oleh elektroda. EMG merekam dan menampilkan sinyal listrik ini dalam bentuk grafik di monitor. EMG memudahkan

pemantauan pernapasan yang memerlukan pengawasan non-invasif, karena mampu menangkap pergerakan dada dan perut, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih rinci tentang pola pernapasan pasien.

## 2.2. Prosedur Pembuatan Alat

Rancangan alat ini befungsi untuk monitoring saturasi oksigen, suara napas, laju dan ada tidaknya penggunaan otot bantu pernapasan pada pasien asma sehingga tenaga kesehatan dapat memantau kondisi pasien baik melalui monitor secara langsung ataupun pada smartphone berbasis IoT (Internet of Things) yang telah terhubung dengan monitor. Apabila pasien mengalami perburukan, alarm pada monitor dan aplikasi akan berbunyi dan dokter penanggungjawab pasien dapat langsung memberikan perintah atau feedback kepada tenaga kesehatan yang sedang bertugas di ruang rawat inap untuk memberikan tatalaksana yang tepat.

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan alur kerja alat, kemudian merancang skema perangkat keras yang akan digunakan, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1. Secara umum, alat ini terdiri dari dua sensor utama, yaitu sensor EMG (*electromyography*) yang berfungsi untuk mengukur pola pernapasan, dan sensor *Pulse Oximeter* yang digunakan untuk mendeteksi saturasi oksigen dan detak jantung. Setelah skema selesai, rangkaian dicetak pada papan PCB dan komponen disusun sesuai dengan desain tersebut.



Gambar 1. Diagram alat.

## 2.3. Tahap Pembuatan Program

Setelah seluruh komponen dirangkai pada project board, langkah selanjutnya adalah membuat program kendali menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Program tersebut kemudian diuji coba hingga berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan sistem.

Tabel 1. Komponen-komponen pada alat.

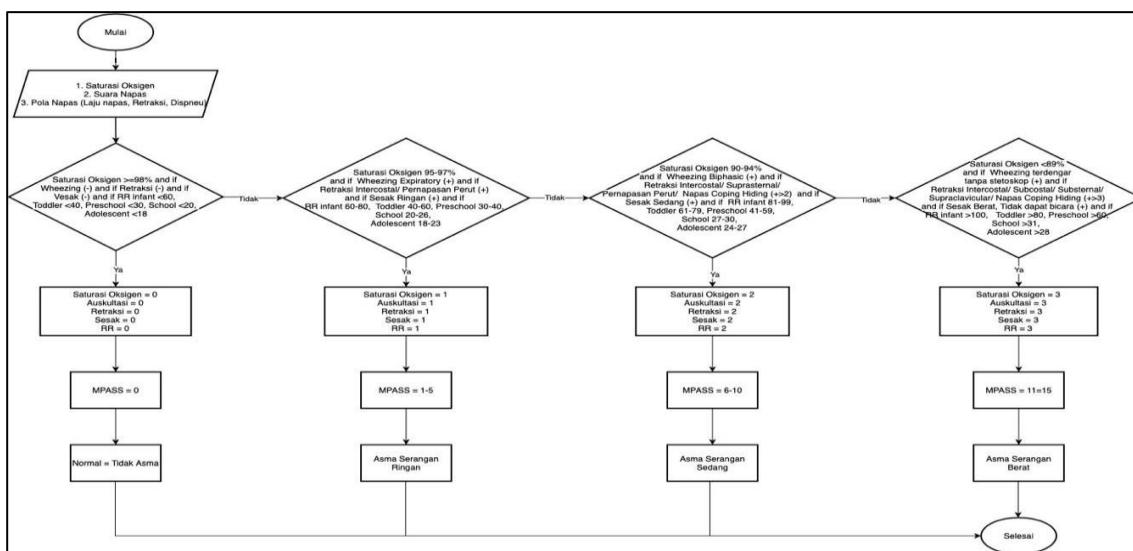
No	Nama Komponen	Jumlah	Fungsi
1	EMG Sensor V3.0	1	Sensor Pola Pernapasan
2	Pulse Oximeter Sensor	1	Sensor Saturasi Oksigen
3	Arduino Mega	1	Pengoperasi data dan Program
4	Power Supply	1	Pemberi Tegangan

No	Nama Komponen	Jumlah	Fungsi
5	Step Down	1	Sebagai Penurun Tegangan
6	Kabel Jumper	20	Penyambung Tegangan ke alat
7	Box Cover X6	1	Sebagai Cover Pelindung Alat
8	LCD 20x4 +i2c	1	Menampilkan Menu Pilihan
9	Keypad 4x1	1	Sebagai Kontrol Akses

## 2.4. Rancangan Perangkat Lunak

Akuisisi data citra pada alat monitor ini diambil menggunakan pulse oximetry untuk pengukuran saturasi oksigen dan *Electromiography* (EMG) untuk menentukan laju dan pola pernapasan yang dapat mengidentifikasi ada tidaknya sesak dan kemungkinan penggunaan otot bantu pernapasan terutama pada otot intercostal dan substernal/ subcostal

## 2.5. Flow Chart Program



Gambar 2. Flow Chart Program.

Pada penelitian ini, digunakan rancangan alur penentuan derajat asma berdasarkan Modified Pediatric Asthma Severity Score (MPASS) yang digambarkan melalui flowchart penilaian. Proses penilaian diawali dengan pengukuran saturasi oksigen, pemeriksaan suara napas (wheezing), retraksi dinding dada, serta frekuensi napas (RR) sesuai dengan kelompok usia pasien anak.

Langkah pertama adalah menentukan kondisi awal pasien berdasarkan hasil pemeriksaan. Jika saturasi oksigen  $\geq 98\%$ , tanpa adanya wheezing, retraksi, maupun peningkatan frekuensi napas, maka pasien dinyatakan normal atau tidak mengalami asma dengan nilai MPASS = 0. Apabila saturasi oksigen berada pada rentang 90–94%, disertai wheezing pada fase ekspirasi, retraksi ringan, dan peningkatan frekuensi napas ringan sesuai usia, maka pasien dikategorikan mengalami asma serangan ringan dengan nilai MPASS antara 1–5.

Selanjutnya, jika saturasi oksigen berada pada 90–94%, dengan wheezing pada inspirasi dan ekspirasi, retraksi sedang (interkostal dan suprasternal), serta peningkatan frekuensi napas yang lebih tinggi dari normal, maka pasien dinilai mengalami asma serangan sedang dengan skor MPASS antara 6–10.

Terakhir, apabila saturasi oksigen kurang dari 89%, dengan wheezing berat (kadang tidak terdengar karena sumbatan saluran napas), retraksi berat (interkostal, suprasternal, dan

substernal), serta peningkatan frekuensi napas yang signifikan, maka pasien dikategorikan mengalami asma serangan berat dengan skor MPASS antara 11–15.

Hasil dari setiap tahapan pemeriksaan tersebut digunakan untuk menentukan tingkat keparahan serangan asma pada anak sehingga dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan klinis dan pemberian penanganan yang sesuai.

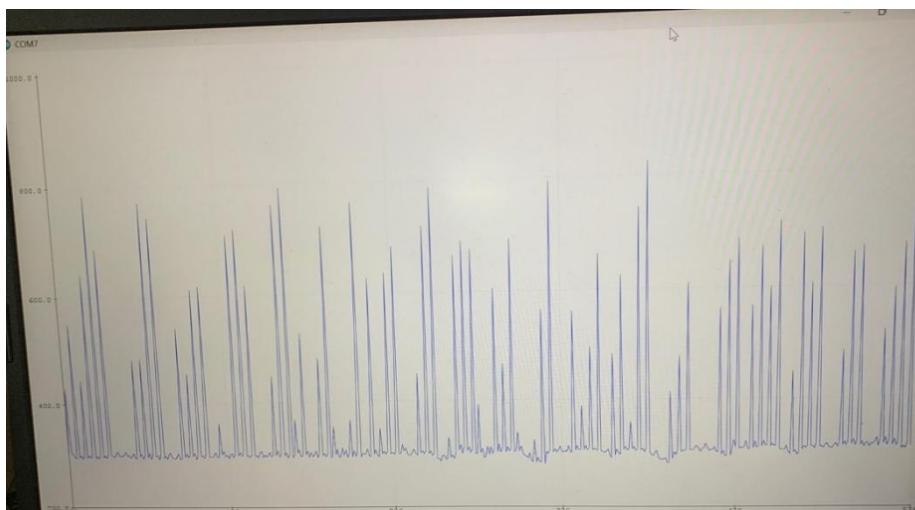
### 3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan alat berhasil diwujudkan dalam bentuk prototipe fungsional yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu perangkat keras (hardware) untuk memantau parameter fisiologis pasien, dan aplikasi berbasis smartphone yang menampilkan hasil pemantauan serta memberikan rekomendasi penanganan berdasarkan sistem skoring *Modified Pediatric Asthma Severity Score* (MPASS).

Perangkat keras yang dirancang mampu merekam data klinis seperti frekuensi napas, adanya retraksi dinding dada, *wheezing* (mengi), dan kemampuan bicara pasien. Data tersebut dikirimkan secara real-time ke aplikasi melalui koneksi nirkabel. Aplikasi ini kemudian secara otomatis menghitung skor MPASS berdasarkan parameter yang terdeteksi dan mengklasifikasikan derajat keparahan serangan asma menjadi ringan, sedang, atau berat.



Gambar 6. Prototype alat SIGAP.



Gambar 7. Hasil grafik EMG.

Gambar di atas menunjukkan hasil pembacaan sinyal Electromyography (EMG) yang direkam selama 1 menit. Grafik tersebut menampilkan fluktuasi amplitudo sinyal EMG terhadap waktu. Setiap puncak (peak) pada grafik menunjukkan adanya aktivitas kontraksi otot, sedangkan bagian lembah (valley) atau area dengan nilai rendah menggambarkan keadaan relaksasi otot.

```

11:00:46.119 -> red=54257, ir=32323
11:00:46.212 -> red=54269, ir=32436
11:00:46.305 -> red=54350, ir=32601
11:00:46.352 -> red=54391, ir=32623
11:00:46.352 -> HR=166, HRValid=1, SPO2=97, SPO2Valid=1

```

Gambar 8. Hasil saturasi oksigen.

Data pada gambar di atas merupakan hasil pembacaan sensor pulse oximeter yang digunakan untuk mengukur saturasi oksigen ( $\text{SpO}_2$ ). Pengambilan data dilakukan selama 4 detik dengan total 100 sampel pembacaan sinyal optik dari sensor. Sensor bekerja dengan prinsip photoplethysmography (PPG), yaitu dengan memancarkan cahaya inframerah (IR) dan cahaya merah (Red) ke jaringan tubuh, kemudian menghitung intensitas cahaya yang dipantulkan atau diteruskan oleh darah.

Dengan demikian, data tersebut menggambarkan bahwa selama periode pengambilan data, sensor pulse oximeter berfungsi dengan baik, menghasilkan pembacaan saturasi oksigen yang stabil pada 97% dan detak jantung sebesar 166 bpm, yang selanjutnya dapat digunakan untuk analisis tingkat keparahan asma berdasarkan parameter fisiologis pasien.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, alat berhasil dibuat dan berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Alat ini mampu memantau kondisi fisiologis pasien anak secara real-time melalui integrasi antara sensor Pulse Oximeter dan sensor Electromyography (EMG). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pulse oximeter dapat mendeteksi saturasi oksigen ( $\text{SpO}_2$ ) dengan stabil pada nilai 97% dan detak jantung sebesar 166 bpm, sedangkan sensor EMG mampu merekam pola aktivitas otot pernapasan dengan baik selama proses pengukuran.

Data yang diperoleh dari kedua sensor diolah menggunakan sistem skoring Modified Pediatric Asthma Severity Score (MPASS) untuk menentukan tingkat keparahan serangan asma secara objektif, yang kemudian ditampilkan pada aplikasi berbasis smartphone. Dengan demikian, alat dapat membantu tenaga kesehatan dalam memantau kondisi pasien, mempercepat pengambilan keputusan klinis, serta meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan di ruang rawat inap.

Secara keseluruhan, sistem ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai perangkat pemantauan dan diagnosis dini asma berbasis teknologi yang ramah anak, portabel, dan mudah digunakan di lingkungan klinis maupun rumah sakit.

## Referensi

- [1] M. A. Grippi, *Fishman's Pulmonary Disease and Disorders*. McGraw-Hill-New York, 2015.
- [2] A. Bush, "Pathophysiological mechanisms of asthma," *Front Pediatr*, vol. 7, no. MAR, pp. 1–17, 2019, doi: 10.3389/fped.2019.00068.
- [3] W. Paper, "Kementerian Kesehatan Republik Indonesia." Accessed: Oct. 23, 2025. [Online]. Available: [h5ps://lms.kemkes.go.id/courses/f44dca18-89bd-47b6-8d66-aa1ae378c4ce](https://lms.kemkes.go.id/courses/f44dca18-89bd-47b6-8d66-aa1ae378c4ce)
- [4] R. R. Wang *et al.*, "Special Features of Atshma In Children," *Chest*, vol. 1, no. 87, 1985.
- [5] J. P. Hollenbach and M. M. Cloutier, "Childhood Asthma Management and Environmental Triggers," *Pediatr Clin North Am*, vol. 62, no. 5, pp. 1199–1214, 2015, doi: 10.1016/j.pcl.2015.05.011.