

BAB 1

ANALISIS KEBUTUHAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi elektronika saat ini berkembang sangat pesat. Kesehatan atau bidang elektromedis menjadi salah satu bidang yang merasakan manfaat dari teknologi. Dari sisi masyarakat sendiri **dibutuhkan alat pengecekan tanda-tanda vital secara berkala untuk menjaga kesehatan mereka melalui satu alat kesehatan yang mudah dioperasikan.** Dalam dunia medis perlu **penanganan pasien yang cepat dan tepat** oleh karena itu dibutuhkan tenaga kesehatan untuk menentukan kondisi awal pasien melalui pemeriksaan *vital sign*.

Vital Sign atau Tanda-Tanda Vital (TTV) adalah prosedur pemeriksaan fisiologis yang dilakukan untuk mengukur tanda vital atau status kesehatan seseorang [1]. Secara medis **pemeriksaan TTV berguna untuk mengidentifikasi masalah, membuat diagnosa dan perubahan respon pasien.** Tanda dasar atau TTV meliputi:

1. Pemeriksaan Suhu Tubuh
2. Pemeriksaan Denyut Nadi
3. Pemeriksaan *Respiration rate* (RR)
4. Pemeriksaan Tekanan darah (TD)

Suhu tubuh merupakan ukuran jumlah panas yang diproses oleh tubuh seseorang. Menjaga suhu tubuh dalam kondisi normal (35°C - $37,8^{\circ}\text{C}$) adalah hal yang patut dilakukan karena faktanya kenaikan ($>41,5^{\circ}\text{C}$) dan penurunan ($<30^{\circ}\text{C}$) suhu tubuh dapat menyebabkan kematian. Idealnya pengukuran suhu tubuh dapat dilakukan di banyak tempat pada bagian tubuh. Akurasi pengukuran dapat bervariasi tergantung pada tempat pengukuran dilakukan. Suhu tubuh yang diukur pada bagian mulut (oral) rata-rata 37°C , pada rektum atau anus (rektal) rata-rata $37,5^{\circ}\text{C}$ dan pada ketiak (aksila) rata-rata $36,5^{\circ}\text{C}$. **Pengukuran suhu tubuh yang akurat diperlukan untuk diagnosa kondisi pasien** seperti demam berdarah, tifoid dan *heart stroke* [2].

Denyut nadi adalah pengukuran detak jantung atau berapa kali jantung berdetak dalam satu menit. Jantung yang berkontraksi menyebabkan peningkatan tekanan darah dan denyut nadi di arteri. Denyut nadi normal untuk orang dewasa adalah 60 – 100 BPM (*beats per minute*). Peningkatan denyut nadi dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti aktivitas fisik, penyakit, cedera dan emosi [3].

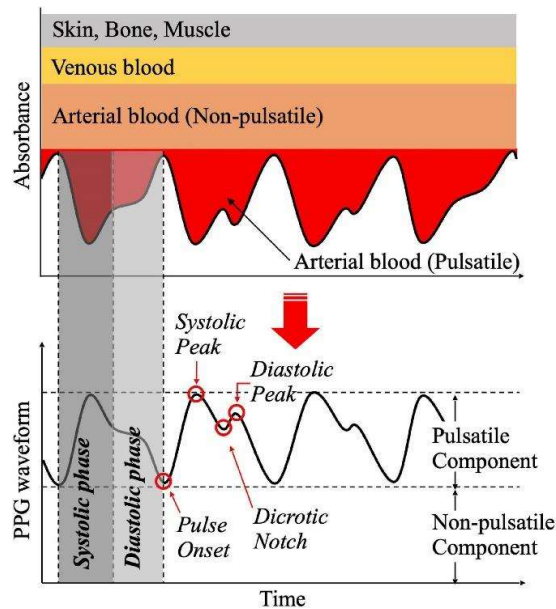
Tekanan darah (TD) adalah kekuatan lateral pada dinding arteri ketika arteri memompa darah dari jantung keseluruh tubuh. **Tekanan darah mempunyai dua komponen sistolik (kontraksi jantung mendorong darah dengan tekanan tinggi) dan diastolik (tekanan minimal yang mendesak dinding arteri setiap waktu)** [1]. Hipertensi atau tekanan darah tinggi merupakan salah satu penyakit yang disebabkan oleh tekanan darah, yaitu kondisi ketika tekanan darah sistolik > 140 mmHg dan atau tekanan darah diastolik \geq 90 mmHg. Penyakit ini dapat menyebabkan penyakit jantung, otak, ginjal dan penyakit lainnya [4]. Menurut data *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2015 sekitar 1,13 Miliar orang di dunia mengidap penyakit hipertensi, angka ini masih bisa naik setiap tahunnya. Diperkirakan pada tahun 2025 pengidap penyakit hipertensi di dunia sampai menyentuh 1,5 Miliar, dan diperkirakan setiap tahunnya 9,4 juta orang meninggal dikarenakan hipertensi dan komplikasinya [5]. Berdasarkan riset kesehatan dasar, pengidap penyakit hipertensi pada umur > 18 tahun sampai 34,1% dari jumlah penduduk di Indonesia [6].

Respiration rate (RR) atau kecepatan pernapasan merupakan parameter penentu kestabilan seseorang yang dilihat dari jumlah nafas dihirup dalam satu menit. Pada orang dewasa frekuensi napas normal adalah 12-20 napas per menit. Kecepatan nafas dibawah 12 atau diatas 25 dalam posisi istirahat menandakan adanya gangguan pada pernapasan [3]. Asma adalah salah satu gangguan pernapasan yang disebabkan oleh masalah paru-paru. Menurut laporan Kementerian Kesehatan RI tahun 2018, diperkirakan terdapat 2,4% penduduk Indonesia adalah pengidap asma [7]. Total pengidap asma di seluruh dunia mencapai 262 juta orang dengan angka kematian 461.000 jiwa berdasarkan data WHO pada tahun 2019 [8].

Disamping itu terdapat **tanda vital lain yang mempengaruhi fungsi organ dan jaringan tubuh, yaitu level oksigen yang menunjukkan kadar oksigen dalam darah.** *Silent Hypoxia* merupakan kondisi penurunan level oksigen dalam tubuh yang sering tidak disadari atau tanpa adanya gejala [9]. Penyakit ini dapat menyebabkan pengidapnya mengalami hilangnya kesadaran atau bahkan kematian [10].

Metode pengukuran TTV dalam dunia medis saat ini sangat banyak yang dikembangkan, seperti sinyal *Electrocardiogram* (ECG) dan *Photoplethysmograph* (PPG). Kedua metode ini biasanya digunakan pada sistem kardiovaskular pada manusia untuk pemeriksaan jantung [11]. Pengukuran menggunakan ECG memerlukan tenaga terlatih dan perangkat khusus. Alternatif yang kini digunakan adalah menggunakan data dari pengukuran sinyal PPG.

Sinyal PPG merupakan metode pengukuran *non-invasive* berdasarkan volume darah pada jaringan kulit melalui intensitas cahaya yang lewat atau dipantulkan oleh organ tubuh manusia. Metode ini menggunakan sensor cahaya yang dipancarkan pada jaringan tubuh dapat diserap oleh substansi yang berbeda, seperti darah arteri dan vena, pigmen kulit dan tulang [11], [12].



Gambar 1.1 Sinyal *Photoplethysmograph* (PPG)

Pemeriksaan TTV oleh tenaga medis memanfaatkan teknologi melalui alat kesehatan konvensional yang tersedia saat ini. Pemeriksaan ini biasanya dilakukan secara terpisah melalui alat yang berbeda untuk mendapatkan hasil pengukuran denyut nadi, tekanan darah, kecepatan pernapasan dan level oksigen. Terdapat beberapa alat medis yang sekaligus mengukur empat parameter TTV, salah satunya yaitu *MINDRAY Patient Monitor - ePM 12 Advance*, namun alat ini tetap membutuhkan beberapa *input* atau kabel probe dalam mengukur tiap TTV serta hanya dapat digunakan oleh tenaga ahli medis di rumah sakit [13]. Alat yang biasa digunakan untuk pemeriksaan TTV adalah *Pulse Oximetry* yang hanya dapat mengukur level oksigen dan denyut nadi, *Pulse Oximetry* belum dapat mengukur 4 TTV secara langsung. Tensimeter untuk

mengukur tekanan darah dan kecepatan pernapasan yang dihitung secara manual. **Alat ini dibuat dengan tujuan menciptakan teknologi yang dapat mendeteksi dan melakukan pengukuran TTV melalui satu alat kesehatan.**


Pengukuran tekanan darah menggunakan metode *a whole-based method* merupakan metode estimasi nilai tekanan darah dari sinyal mentah PPG. Dibandingkan dengan metode *parameter-based methods* algoritma *a whole-based method* dapat bekerja sendiri dari bentuk sinyal PPG. Metode ini memenuhi persyaratan standar dari Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) untuk *Mean Arterial Pressure (MAP)*, *Diastolic Blood Pressure*, dan *Systolic Blood Pressure* [14].



Pada penelitian lainnya menggunakan metode *Ensemble Empirical Mode Decomposition* (EEMD) yang mengolah sinyal *photoplethysmograph* untuk menghasilkan informasi tentang kecepatan pernapasan. EEMD menguraikan sinyal PPG yang dihasilkan sensor cahaya ke dalam IMF dengan tetap mempertahankan fitur pada sinyal. Menurut Mitali R. Ambekar dan Sapna Prabu untuk mendapatkan nilai kecepatan pernapasan metode ini lebih baik dan efisien karena melengkapi kekurangan pada metode *Empirical Mode Decomposition* dengan akurasi hingga 97% [15].

1.2 Informasi Pendukung


Hasil penelusuran yang sudah dilakukan di berbagai macam *marketplace* menunjukkan bahwa alat yang dapat mengukur TTV cenderung memiliki kisaran harga yang mahal dan belum dapat mengukur empat TTV yang diinginkan secara langsung. Berikut spesifikasi alat dari berbagai macam *marketplace* yang sudah dikumpulkan:

Tabel 1.1 Informasi Pendukung

No	Nama	Spesifikasi	Kelemahan
1		<ul style="list-style-type: none"> - Pengukuran SpO₂ dan PR menggunakan <i>pulse oximetry</i> - Rentang pengukuran SpO₂: 0% - 100% dengan resolusi 1% - Rentang pengukuran PR: 30 BPM ~ 250 BPM 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak dapat mengukur kecepatan pernapasan. - Tidak dapat mengukur tekanan darah.

	<p><i>Neonatal Infant pediatric Kids Pulse Oximeter SpO₂ Monitor</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Terdapat layar untuk menampilkan hasil pengukuran. - Merek : Contec - Tipe : CMS60D 																	
2	 <p><i>VT200A High Quality Portable Multi-Parameter Vital Sign Monitor</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pengukuran SpO₂ dan PR menggunakan <i>pulse oximetry</i> - Pengukuran tekanan darah menggunakan <i>cuff</i> dan tensimeter. - Rentang saturasi oksigen (SpO₂): 0-100% - Rentang pengukuran PR: 0-254 BPM - Pengukuran tekanan darah dibedakan berdasarkan kategori umur. Dengan nilai minimum 10-270 mmHg - Terdapat layar untuk menampilkan hasil pengukuran. <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Adult</th> <th>PED</th> <th>NEO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SYS</td> <td>40-270mmHg</td> <td>40-200mmHg</td> <td>40-135mmHg</td> </tr> <tr> <td>MEAN</td> <td>20-230mmHg</td> <td>20-165mmHg</td> <td>20-105mmHg</td> </tr> <tr> <td>DIA</td> <td>10-210mmHg</td> <td>10-150mmHg</td> <td>10-95mmHg</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - Merek : VT200A 		Adult	PED	NEO	SYS	40-270mmHg	40-200mmHg	40-135mmHg	MEAN	20-230mmHg	20-165mmHg	20-105mmHg	DIA	10-210mmHg	10-150mmHg	10-95mmHg	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak dapat mengukur kecepatan pernapasan - Pengukuran TTV masih melalui beberapa alat yang berbeda
	Adult	PED	NEO																
SYS	40-270mmHg	40-200mmHg	40-135mmHg																
MEAN	20-230mmHg	20-165mmHg	20-105mmHg																
DIA	10-210mmHg	10-150mmHg	10-95mmHg																
3	 <p><i>Beurer PO30 Pulse Oximeter</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pengukuran SpO₂ dan denyut nadi menggunakan <i>pulse oximetry</i> - Rentang saturasi oksigen (SpO₂): 0-100% - Rentang pengukuran PR: 30-250 BPM 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak dapat mengukur tekanan darah - Tidak dapat mengukur kecepatan pernapasan 																

		<ul style="list-style-type: none"> - Terdapat layar untuk menampilkan hasil pengukuran. - Merek : Beurer - Tipe : PO30 	
4	 <p><i>MINDRAY Patient Monitor - ePM 12 Advance</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pengukuran tekanan darah menggunakan <i>cuff</i> - Pengukuran level oksigen menggunakan sensor SpO₂. - Pengukuran denyut nadi dan kecepatan pernapasan menggunakan ECG <i>Probe</i> - Layar untuk menampilkan keseluruhan hasil pengukuran dan sinyal - Terdapat alarm sebagai <i>Early Warning System</i> kondisi abnormal - Merek : Mindray - Tipe : ePM 12 	<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk alat yang besar - Dioperasikan oleh tenaga medis.
5	 <p><i>Dikelang ECG PPG Smart Watch</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Terdapat layar untuk menampilkan hasil pengukuran - Dapat melakukan pengukuran denyut nadi, tekanan darah, level oksigen, suhu. - Merek : Dikelang 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak dapat mengukur kecepatan pernapasan

6	 <p><i>53CC Aneng Smart Ring Fingertip Controller for Aneng Heart Rate Blood Pressure Monitoring</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Terdapat layar untuk menampilkan hasil pengukuran - Dapat melakukan pengukuran denyut nadi dan level oksigen - Merek : Aneng - Tipe : Tali pergelangan tangan 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak dapat mengukur kecepatan pernapasan dan tekanan darah
---	---	--	---

1.3 Constraint

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan menjadi batasan untuk mempermudah pada pembuatan produk, diantaranya sebagai berikut:

1.3.1 Aspek Efektivitas

Produk dapat digunakan oleh tenaga medis dan semua kalangan masyarakat. Produk ini melakukan pengukuran empat tanda vital secara langsung untuk membantu pengguna dengan rentang umur 14 – 60 tahun (remaja dan dewasa) dalam menjaga kesehatan dan menghemat waktu tenaga medis untuk *monitoring* TTV pasien.

1.3.2 Aspek Manufakturabilitas (*manufacturability*)

Pembuatan produk hanya membutuhkan sensor optik untuk mendeteksi tanda – tanda vital, “*output device*” untuk *monitoring* tanda vital tersebut, “mikrokontroler” sebagai otak dari produk ini dan dengan ukuran dimensi yang kecil. Pendeteksian empat tanda vital tersebut didapatkan dari pengolahan *biosignal*.

1.3.3 Aspek Kesehatan

Untuk mendapatkan pengukuran TTV yang akurat perlu dilakukan pengukuran secara *invasive* (melukai tubuh), produk ini dibuat agar dapat mendeteksi TTV yang akurat tanpa melakukan pengukuran secara *invasive* (melukai tubuh). Produk ini merupakan alat kesehatan yang penggunaannya tidak perlu menembus ke dalam tubuh (*non-invasive*) secara keseluruhan

atau sebagian, baik melalui lubang tubuh ataupun permukaan tubuh. Sehingga membuat produk ini nyaman digunakan tanpa melukai pengguna.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan latar belakang masalah terdapat kebutuhan yang harus dipenuhi pada produk ini, yaitu:

1. Produk hanya menggunakan satu sensor untuk melakukan pengukuran empat TTV (denyut nadi, kecepatan pernapasan, tekanan darah dan level oksigen).
2. Produk dapat memberikan notifikasi dan/atau peringatan saat salah satu atau beberapa variabel TTV yang terdeteksi normal/abnormal.
3. Produk dapat digunakan untuk keperluan *monitoring* TTV.

1.5 Tujuan

Tujuan dari produk ini adalah pengguna dapat melakukan pengukuran dan *monitoring* TTV tidak hanya denyut nadi dan level oksigen, melainkan kecepatan pernapasan dan tekanan darah dalam satu alat kesehatan. Pengguna dalam hal ini masyarakat umum juga dapat melakukan pengukuran TTV secara mandiri.