

## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Pekerja

Menurut definisi lama *International Labour Organization* (ILO), pekerja adalah Setiap orang yang bekerja untuk mendapat upah atau gaji dan melakukan jasa untuk pemberi kerja, pekerjaan diatur oleh kontrak layanan tertulis atau lisan (Heron & Unger, 1999). Yang teranyar ILO mengeluarkan definisi yaitu: seseorang yang berusia 15 tahun ke atas yang telah melakukan pekerjaan yang dibayar setidaknya satu jam dalam satu minggu tertentu, atau yang tidak masuk kerja karena alasan tertentu (cuti tahunan, sakit, bersalin, dll.) dan untuk jangka waktu tertentu (*International Labour Organization*, 2023), atau Semua bentuk pekerjaan tercakup (pegawai, wiraswasta, pembantu keluarga), baik pekerjaan tersebut diumumkan atau tidak (*International Labour Organization*, 2023).

Definisi lain adalah Orang yang menyatakan mempunyai pekerjaan namun tidak hadir, diklasifikasikan sebagai bekerja apabila ia tidak hadir karena cuti yang dibayar, sakit, cuti melahirkan/melahirkan, cuti sebagai orang tua selama 3 bulan atau kurang, atau mempunyai penghasilan pengganti yang dikaitkan dengan pekerjaan tersebut. aktivitas, seperti Persiapan, reorganisasi jam kerja, pelatihan yang disetujui oleh pemberi kerja, periode di luar musim sebagai bagian dari aktivitas musiman dalam

hal pekerjaan reguler sebagai bagian dari aktivitas musiman ini, kerja jangka pendek (atau teknis atau cuaca buruk ), alasan lain untuk ketidakhadiran yang berlangsung selama 3 bulan atau kurang (*International Labour Organization*, 2023).

Menurut Undang-undang No. 13 tahun 2003, Pekerja/buruh adalah setiap orang yang bekerja dengan menerima upah atau imbalan dalam bentuk lain (Indonesia, 2003). Sedangkan tenaga kerja adalah setiap orang yang mampu melakukan pekerjaan guna menghasilkan barang dan/atau jasa baik untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk masyarakat (Indonesia, 2003).

## **2.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja**

Keselamatan dan kesehatan kerja menurut *International Labour Organization* diidentifikasi sebagai disiplin ilmu yang berhubungan dengan pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja serta perlindungan dan peningkatan kesehatan pekerja. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki kondisi dan lingkungan kerja. Anggota dari berbagai profesi (misalnya insinyur, dokter, ahli kebersihan, perawat) berkontribusi terhadap "keselamatan kerja, kesehatan kerja, kebersihan kerja, dan peningkatan lingkungan kerja" (*International Labour Organization*, 2024). Kesehatan dan keselamatan kerja menurut Peraturan Pemerintah nomor 50 tahun 2012 adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (Indonesia, 2012). Pada pelaksanaan kesehatan dan keselamatan kerja dikenal Upaya promotif, preventif, kuratif, dan rehabilitatif.

Kesehatan kerja harus bertujuan untuk: meningkatkan dan mempertahankan tingkat kesejahteraan fisik, mental, dan sosial yang setinggi-tingginya bagi para pekerja di semua jenis pekerjaan; pencegahan gangguan kesehatan di kalangan pekerja yang disebabkan oleh kondisi kerja mereka; perlindungan pekerja dalam pekerjaannya dari risiko yang diakibatkan oleh faktor-faktor yang merugikan kesehatan; penempatan dan pemeliharaan pekerja dalam lingkungan kerja yang disesuaikan dengan kemampuan fisiologi dan psikologisnya; dan, sebagai rangkuman, adaptasi kerja pada manusia dan setiap orang pada pekerjaannya (LaDou & Harrison, 2014).

Cedera dan penyakit akibat kerja mempunyai dampak besar terhadap kesehatan penduduk dunia (LaDou & Harrison, 2014). Cedera dan penyakit akibat kerja memainkan peran yang lebih penting di negara-negara berkembang di mana 70% dari populasi pekerja di dunia tinggal (LaDou & Harrison, 2014). Kecelakaan kerja menyebabkan cacat permanen dan kerugian ekonomi sebesar 4–6% pendapatan nasional, oleh karenanya cedera dan penyakit akibat kerja mempunyai dampak serius terhadap perekonomian (LaDou & Harrison, 2014). Cedera dan penyakit kerja ini memiliki Keniscayaan bahwa satu kecelakaan atau penyakit akibat kerja dapat menjerumuskan seluruh keluarga ke dalam kemiskinan. Oleh karena itu penyakit akibat kerja ini bila dapat dicegah akan mempunyai dampak besar terhadap produktivitas kerja, pendapatan, dan kesejahteraan sosial pekerja dan keluarganya (LaDou & Harrison, 2014).

Dampak positif dari layanan kesehatan kerja dapat dilihat dalam mengurangi angka kesakitan dan cedera akibat kerja. Selain itu, hal ini juga berarti lebih sedikit kerugian bagi pemberi kerja dan pekerja karena akan ada pengurangan kerugian upah dan penurunan biaya kompensasi. Pengurangan tingkat ketidakhadiran merupakan hal yang sangat penting dalam kaitannya dengan tenaga kerja terampil, terutama di negara-negara yang kekurangan tenaga kerja terampil (Tadesse & Admassu, 2006)

## **2.3 Penyakit Akibat Kerja**

### **2.3.1 Definisi**

Menurut Peraturan Presiden RI nomor 7 tahun 2019, penyakit akibat kerja adalah penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan dan/atau lingkungan kerja . Menurut Protokol Tahun 2002 tentang Konvensi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Tahun 1981 (No.155), istilah “penyakit akibat kerja” mencakup penyakit apa pun yang diderita akibat paparan faktor risiko yang timbul dari aktivitas kerja (*International Labour Organization*, 2010). Menurut (*International Labour Organization*, 2010), terdapat dua unsur utama dalam definisi penyakit akibat kerja:

1. Hubungan kausal antara paparan di lingkungan kerja atau aktivitas kerja tertentu dan penyakit tertentu; dan
2. Fakta bahwa penyakit tersebut terjadi di antara sekelompok orang yang terpapar dengan frekuensi di atas rata-rata morbiditas populasi lainnya.

### 2.3.2 Faktor Risiko

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 11 Tahun 2022 tentang Pelayanan Kesehatan Penyakit Akibat Kerja dijelaskan bahwa Paparan yang menyebabkan penyakit akibat kerja dibagi menjadi 5 (lima), yaitu:

1. Paparan fisika

Suhu ekstrem, bising, pencahayaan, vibrasi, radiasi pengion dan non pengion dan perubahan tekanan udara.

2. Paparan kimia

Semua bahan kimia dalam bentuk padat, cair, dan gas.

3. Paparan longan biologi

Bakteri, virus, jamur, mamalia parasite, fauna dan flora lainnya

4. Paparan ergonomi

Angkat angkut berat, posisi kerja janggal, posisi kerja statis, gerak repetitif, penerangan, Visual Display Terminal (VDT) dan lain-lain

5. Paparan psikososial

Beban kerja kualitatif dan kuantitatif, organisasi kerja, kerja monoton, hubungan interpersonal, kerja shift, lokasi kerja dan lain-lain.

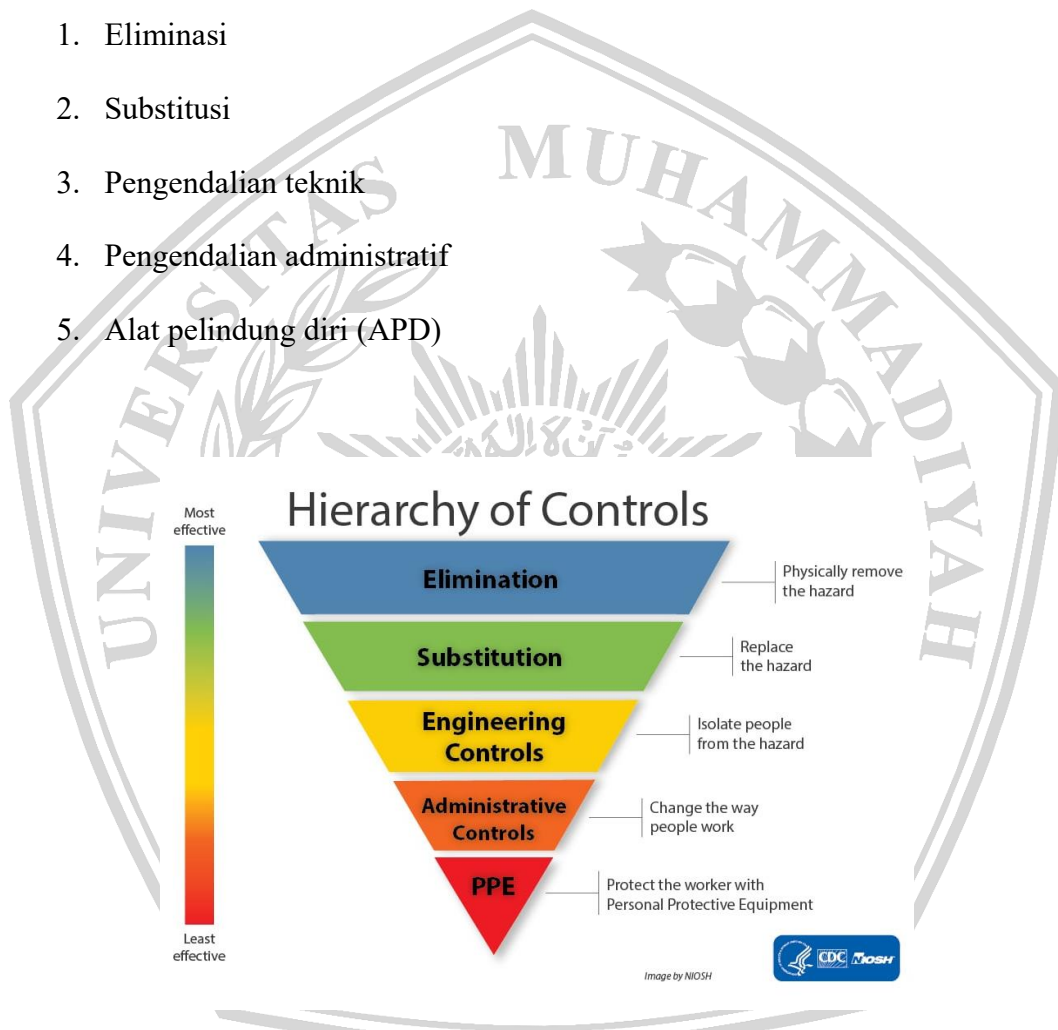
### 2.3.3 Pengendalian Faktor Risiko

Pengendalian paparan bahaya di tempat kerja sangat penting untuk melindungi pekerja (*National Institute for Occupational Safety and Health, 2024*).

Terdapat 5 cara untuk mengendalikan paparan dari faktor risiko yang diurutkan dalam *Hierarchy of Controls* atau Hirarki pengendalian adalah cara untuk

menentukan tindakan mana yang paling baik untuk mengendalikan paparan yang memiliki lima tingkatan tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan bahaya (National Institute for Occupational Safety and Health, 2024). Urutan tindakannya diurutkan berdasarkan efektivitas umum yaitu:

1. Eliminasi
2. Substitusi
3. Pengendalian teknik
4. Pengendalian administratif
5. Alat pelindung diri (APD)



(National Institute for Occupational Safety and Health, 2024)

Gambar 2.1 Hirarki pengendalian faktor risiko

## 2.4 Ergonomi

Ergonomi atau terkadang juga disebut sebagai rekayasa faktor manusia adalah sebuah studi yang mempelajari tentang tuntutan fisik dan kognitif dalam bekerja untuk memastikan tempat kerja yang aman dan produktif (LaDou & Harrison, 2014). Fungsi spesialisasi di bidang ergonomi adalah merancang atau memperbaiki tempat kerja, stasiun kerja, perkakas, perlengkapan, dan prosedur pekerja sehingga membatasi kelelahan, ketidaknyamanan, dan cedera sekaligus mencapai tujuan pribadi dan organisasi secara efisien (LaDou & Harrison, 2014). Tujuannya adalah untuk menjaga tuntutan pekerjaan sesuai dengan kemampuan fisik dan kognitif orang yang melakukan fungsi pekerjaan tersebut (LaDou & Harrison, 2014).

Menurut Setyawan, 2020, ergonomi dapat dibagi menjadi 4 ruang lingkup yaitu ergonomi fisik, kognitif, organisasi, dan lingkungan (Setyawan, 2020). Ergonomi fisik erat kaitannya tentang anatomi tubuh manusia, antropometri, proses fisiologis dan biomekanika yang berhubungan dengan aktivitas fisik (Setyawan, 2020). Ergonomi kognitif berkaitan dengan proses mental yang termasuk di dalamnya adalah persepsi ingatan dan reaksi sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap pemakaian elemen sistem (Setyawan, 2020). Ergonomi organisasi berkaitan dengan optimalisasi sistem sosioteknik, termasuk di dalamnya struktur organisasi, kebijakan dan proses (Setyawan, 2020). Yang terakhir adalah ergonomi lingkungan yang berkaitan dengan suhu, getaran, pencahayaan, dan getaran (Setyawan, 2020).

Dampak jangka panjang dari program ergonomi adalah mengurangi biaya keseluruhan dan tingkat keparahan cedera akibat kerja. Biaya tidak langsung akibat gangguan muskuloskeletal, seperti upah karyawan pengganti (ganti rugi), biaya pelatihan bagi pekerja pengganti, penurunan produktivitas, dan penurunan kualitas biasanya berjumlah tiga hingga empat kali lipat dari biaya langsung biaya pengobatan dan rehabilitasi. Perbaikan dalam desain dan prosedur stasiun kerja atau alat sering kali mempunyai waktu pengembalian modal (*payback period*) kurang dari 1 tahun ketika biaya intervensi dibandingkan dengan total biaya gangguan muskuloskeletal. Meskipun perancangan ulang pekerjaan biasanya berfokus pada pengurangan faktor risiko gangguan muskuloskeletal yang umum (misalnya tendinitis pergelangan tangan atau nyeri punggung bawah), manfaat sekundernya mungkin mencakup pengurangan cedera akut (misalnya patah tulang, laserasi, memar, dan ketegangan) dan peningkatan kinerja. kualitas produk.

### **2.5 Beban Kerja**

Beban kerja dapat diartikan sebagai bagaimana operator dapat melakukan pekerjaan yang dibutuhkan (kapasitas mereka) dan bagaimana mereka dapat mengelola tugas (tuntutan tugas) untuk memenuhi permintaan sistem operasi (Basahel *et al.*, 2010; Longo *et al.*, 2022). Beban kerja dan kinerja karyawan saling berkaitan karena untuk dapat memberikan tanggung jawab dalam suatu organisasi, setiap orang harus dapat melihat terlebih dahulu beban yang dipikulnya, dengan demikian mereka dapat menyelesaikan tugas yang diberikan dengan cara yang

sesuai dengan harapan perusahaan dan meningkatkan kinerja karyawan (Rafif Muhammad Wijdan & Irbayuni, 2024).

Beban kerja akan memengaruhi kinerja karyawan dalam menyelesaikan tugas dan pekerjaannya (LaDou & Harrison, 2014). Beban kerja yang tinggi merupakan salah satu dari faktor yang memengaruhi kesehatan mental pada tempat kerja (*World Health Organization*, 2022). Mengacu pada data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) diperkirakan sekitar 15% orang dewasa usia kerja mengalami gangguan mental pada tahun 2019 (*World Health Organization*, 2022). Selain itu mental mengakibatkan hilangnya sekitar 12 miliar hari kerja setiap tahunnya, yang mengakibatkan kerugian ekonomi global sekitar US\$1 triliun setiap tahunnya akibat hilangnya produktivitas (*World Health Organization*, 2022).

## **2.6 Beban Kerja Mental**

Beban kerja mental yang termasuk faktor psikososial didefinisikan beragam oleh banyak peneliti, salah satu definisinya adalah sumber daya yang dibutuhkan dalam pemrosesan informasi manusia untuk melakukan suatu tugas (Liang *et al.*, 2014; Longo *et al.*, 2022). Diketahui bahwa beberapa faktor psikososial dan faktor ergonomi di tempat kerja dapat memengaruhi kesehatan psikososial pekerja yang menyebabkan peningkatan beban mental yang berlebihan (López-López *et al.*, 2018).

Faktor psikososial di tempat kerja berpotensi memicu stres psikologis, yang pada gilirannya dapat memengaruhi reaksi hormonal, peredaran darah, dan pernapasan (Adams & Nino, 2024). Reaksi ini berpotensi memperburuk dampak

faktor risiko ergonomi konvensional pada perilaku dan pola pikir karyawan, yang berpotensi mengakibatkan perilaku berisiko dan selanjutnya meningkatkan kerentanan terhadap PAK salah satunya adalah *work-related musculoskeletal disorders* (WMSDs) atau kelainan muskuloskeletal akibat kerja, ini didukung data bahwa gangguan muskuloskeletal mempengaruhi lebih dari 322 juta orang di seluruh dunia pada tahun 2019 (Adams & Nino, 2024; Liu *et al.*, 2022; Vandekerckhove *et al.*, 2021).

## **2.7 Jaminan Kesehatan Nasional**

Jaminan Kesehatan Nasional atau yang sering disingkat JKN merupakan sebuah program yang berakar dari tahun 2004 oleh pemerintah Republik Indonesia sebagai Jaminan Sosial Nasional. Melalui Undang-undang nomor 40 tahun 2004 ia disahkan. Sistem Jaminan Sosial Nasional adalah suatu tata cara penyelenggaraan program jaminan sosial oleh beberapa badan penyelenggara jaminan sosial (Indonesia, 2004).

Jaminan Kesehatan dalam Peraturan Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan Nomor 6 Tahun 2018 adalah jaminan berupa perlindungan kesehatan agar Peserta memperoleh manfaat pemeliharaan kesehatan dan perlindungan dalam memenuhi kebutuhan dasar kesehatan yang diberikan kepada setiap orang yang telah membayar Iuran Jaminan Kesehatan atau Iuran Jaminan Kesehatannya dibayar oleh Pemerintah Pusat atau Pemerintah Daerah (BPJS Kesehatan, 2018).

Pada awal jaminan sosial berdiri, jaminan sosial diselenggarakan oleh beberapa perusahaan yang disebut dengan Badan Penyelenggara Jaminan Kesehatan yang terdiri dari PT. Jamsostek, PT. Taspen, PT. Asabri, dan PT. Askes

(Indonesia, 2004). Jaminan sosial yang tertera pada UU No. 40 tahun 2004 meliputi jaminan kesehatan, jaminan kecelakaan kerja, jaminan hari tua, jaminan pensiun, dan jaminan kematian (Indonesia, 2004).

Pada UU No. 40 tahun 2004 disebutkan bahwa Jaminan kesehatan diselenggarakan secara nasional berdasarkan prinsip asuransi sosial dan prinsip ekuitas (Indonesia, 2004). Tujuan diselenggarakannya jaminan sosial untuk menjamin agar peserta memperoleh manfaat pemeliharaan kesehatan dan perlindungan dalam memenuhi kebutuhan dasar kesehatan (Indonesia, 2004).

Pada perkembangannya, diluncurkanlah UU No. 24 tahun 2011 yang mengatur tentang lembaga pelaksana jaminan sosial yaitu Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Kesehatan dan Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan (Indonesia, 2011). Pada fungsinya, BPJS Kesehatan berfungsi untuk menyelenggarakan jaminan sosial di bidang kesehatan, sedangkan BPJS Ketenagakerjaan akan berfungsi sebagai menjamin jaminan dalam bentuk jaminan kecelakaan kerja, jaminan hari tua, jaminan pensiun, jaminan kematian (Indonesia, 2011).

Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) diselenggarakan oleh BPJS berdasarkan asas kemanusiaan, manfaat, keadilan sosial bagi seluruh rakyat Indonesia yang bertujuan untuk mewujudkan terselenggaranya pemberian jaminan terpenuhinya kebutuhan dasar hidup yang layak bagi setiap Peserta dan/atau anggota keluarganya (Indonesia, 2011). Penyelenggaraan jaminan sosial juga mengikuti prinsip kegotongroyongan, nirlaba, keterbukaan, kehati-hatian, akuntabilitas, portabilitas, kepesertaan bersifat wajib, dana amanat, dan hasil pengelolaan Dana Jaminan

Sosial dipergunakan seluruhnya untuk pengembangan program dan untuk sebesar-besarnya kepentingan Peserta (Indonesia, 2011).

Dana Jaminan Sosial adalah dana amanat milik seluruh peserta yang merupakan himpunan iuran beserta hasil pengembangannya yang dikelola oleh BPJS untuk pembayaran manfaat kepada peserta dan pembiayaan operasional penyelenggaraan program Jaminan Sosial (Indonesia, 2011).

Jaminan Kesehatan Nasional yang dijalankan oleh BPJS Kesehatan memiliki target kepesertaan untuk cakupan semesta sebesar 100 persen di tahun 2019, akan tetapi baru tercapai 84 persen penduduk Indonesia atau sebanyak 224 juta peserta per-Desember tahun tersebut, walau belum mencapai target, telah terjadi peningkatan total jumlah kepesertaan pada tahun 2019 mencapai 43 persen dibandingkan pencapaian pada tahun 2015 yang hanya sebesar 156 juta peserta (JKN, 2021).

Untuk mengukur pencapaian program JKN, digunakanlah beberapa Indikator capaian program JKN yang merupakan cerminan dari indikator Peta Jalan JKN dalam aspek kepesertaan, manfaat, dan fasilitas kesehatan, disajikan dalam bentuk angka standar yang secara obyektif mengukur akses dan konsumsi layanan kesehatan oleh peserta JKN (JKN, 2021). Indikator yang diukur di antaranya adalah indikator kepesertaan dan indikator manfaat serta indikator akses (JKN, 2021).

Indikator kepesertaan berisi informasi kepesertaan aktif dan iuran berdasarkan kelas kepesertaan, kelompok jenis peserta, kelompok umur, jenis kelamin, dan pengelompokan pertumbuhan peserta menurut provinsi (JKN, 2021). Tercatat jumlah kepesertaan JKN per Desember 2019 mencapai 224 juta penduduk

Indonesia (JKN, 2021). Indikator manfaat mengukur akses peserta JKN menurut jenis manfaat rawat jalan dan rawat inap (JKN, 2021). Indikator akses diukur dengan jumlah peserta yang telah menggunakan JKN per 10.000 peserta yang tercatat dalam data klaim di BPJS Kesehatan selama satu tahun (JKN, 2021).

Angka akses merupakan indikator inti untuk mengukur efektivitas program JKN dalam memenuhi hak konstitusi warga negara Indonesia. Karena distribusi orang sakit bersifat acak, maka angka akses pada program yang matang akan relatif stabil dari waktu ke waktu. Angka akses yang bervariasi antar provinsi adalah indikasi perlunya penambahan fasilitas kesehatan. Angka akses pada program JKN dari tahun ke tahun menunjukkan peningkatan, artinya semakin banyak peserta JKN yang memanfaatkan hak konstitusi atas layanan kesehatan. Angka akses diukur pada layanan Rawat Jalan Tingkat Pertama (RJTP), Rawat Inap Tingkat Pertama (RITP), Rawat Jalan Tingkat Lanjutan (RJTL), dan Rawat Inap Tingkat Lanjutan (RITL) (JKN, 2021).

Terdapat peningkatan akses peserta terhadap layanan RJTP sebesar 119 persen dari yang semula 1.701 per 10.000 peserta pada 2015 menjadi 3.730 per 10.000 peserta pada 2019. Kenaikan angka akses terhadap layanan RJTP paling tinggi terjadi pada peserta hak kelas 3 yang mengalami kenaikan sebesar 288 persen dari 925 per 10.000 pada tahun 2015 menjadi 3.593 per 10.000 peserta pada tahun 2019. Pada pelayanan RITP, angka akses secara nasional adalah 120 per 10.000 peserta pada tahun 2019; angka ini berarti setiap 10.000 peserta JKN di Indonesia terdapat 120 peserta yang mengalami RITP (JKN, 2021).

Kualitas layanan diukur dengan indikator luaran atau outcome khususnya pada kasus rawat inap. Mayoritas luaran layanan adalah pulang sehat atau pasien pulang sembuh dan terkontrol. Angka pulang sehat pada layanan RJTL relatif stabil pada kisaran 97 hingga 99 persen. Angka pulang sehat pada pelayanan RITL dirumah sakit meningkat dari 93 persen menjadi 94 persen. Angka kematian RJTL dan RITL relatif konstan selama 2015-2019, yaitu pada kisaran 0.03 persen untuk RJTL dan 3 persen pasien dirawat untuk RITL. Penurunan angka pulang paksa atas permintaan pasien atau keluarganya dari 1,9 persen pada 2015 menjadi 1 persen pada 2019 menunjukkan mutu pelayanan yang semakin membaik (JKN, 2021).

## **2.8 Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan**

### **2.8.1 Sejarah dan Dasar Hukum**

Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan sebagaimana yang diamanatkan pada pasal 60 UU No. 24 tahun 2011 akan mulai beroperasi menyelenggarakan program jaminan kesehatan pada tanggal 1 Januari 2014 (Indonesia, 2011). Dalam pembentukannya, BPJS kesehatan merupakan badan hukum yang aset dan liabilitas serta hak dan kewajiban hukumnya merupakan kelanjutan dari PT. Askes (Persero) yang dinyatakan bubar sesuai dengan UU No. 24 tahun 2011 (Indonesia, 2011).

### **2.8.2 Tugas**

Dalam melaksanakan fungsi sebagaimana yang diamanatkan oleh undang-undang, BPJS bertugas untuk (1) melakukan dan/atau menerima pendaftaran

Peserta, (2) memungut dan mengumpulkan Iuran dari Peserta dan Pemberi Kerja, (3) menerima Bantuan Iuran dari Pemerintah, (4) mengelola Dana Jaminan Sosial untuk kepentingan Peserta, (5) mengumpulkan dan mengelola data Peserta program Jaminan Sosial, (6) membayarkan Manfaat dan/atau membiayai pelayanan kesehatan sesuai dengan ketentuan program Jaminan Sosial, dan (7) memberikan informasi mengenai penyelenggaraan program Jaminan Sosial kepada Peserta dan masyarakat (Indonesia, 2011).

### **2.8.3 Wewenang**

Dalam melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10 UU No. 24 tahun 2011, BPJS berwenang untuk (1) menagih pembayaran Iuran, (2) menempatkan Dana Jaminan Sosial untuk investasi jangka pendek dan jangka panjang dengan mempertimbangkan aspek likuiditas, solvabilitas, kehati-hatian, keamanan dana, dan hasil yang memadai, (3) melakukan pengawasan dan pemeriksaan atas kepatuhan Peserta dan Pemberi Kerja dalam memenuhi kewajibannya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan jaminan sosial nasional, (4) membuat kesepakatan dengan fasilitas kesehatan mengenai besar pembayaran fasilitas kesehatan yang mengacu pada standar tarif yang ditetapkan oleh Pemerintah, (5) membuat atau menghentikan kontrak kerja dengan fasilitas kesehatan, (6) mengenakan sanksi administratif kepada Peserta atau Pemberi Kerja yang tidak memenuhi kewajibannya, (7) melaporkan Pemberi Kerja kepada instansi yang berwenang mengenai ketidakpatuhannya dalam membayar Iuran atau dalam memenuhi kewajiban lain sesuai dengan ketentuan peraturan

perundang-undangan, dan (8) melakukan kerja sama dengan pihak lain dalam rangka penyelenggaraan program Jaminan Sosial (Indonesia, 2011).

#### **2.8.4 Hak dan Kewajiban**

Dalam melaksanakan kewenangannya, BPJS berhak untuk: Memperoleh dana operasional untuk penyelenggaraan program yang bersumber dari Dana Jaminan Sosial dan/atau sumber lainnya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, dan memperoleh hasil monitoring dan evaluasi penyelenggaraan program Jaminan Sosial dari DJSN setiap bulan.

Dalam melaksanakan tugas BPJS berkewajiban untuk (1) memberikan nomor identitas tunggal kepada Peserta, (2) mengembangkan aset Dana Jaminan Sosial dan aset BPJS untuk sebesar-besarnya kepentingan Peserta, (3) memberikan informasi melalui media massa cetak dan elektronik mengenai kinerja, kondisi keuangan, serta kekayaan dan hasil pengembangannya, (4) memberikan Manfaat kepada seluruh Peserta sesuai dengan Undang-undang tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional, (5) memberikan informasi kepada Peserta mengenai hak dan kewajiban untuk mengikuti ketentuan yang berlaku, (6) memberikan informasi kepada Peserta mengenai prosedur untuk mendapatkan hak dan memenuhi kewajibannya, (7) memberikan informasi kepada Peserta mengenai saldo jaminan hari tua dan pengembangannya 1 (satu) kali dalam 1 (satu) tahun, (8) memberikan informasi kepada Peserta mengenai besar hak pensiun 1 (satu) kali dalam 1 (satu) tahun, (9) membentuk cadangan teknis sesuai dengan standar praktik aktuaria yang lazim dan berlaku umum, (10) melakukan pembukuan sesuai dengan standar

akuntansi yang berlaku dalam penyelenggaraan Jaminan Sosial, dan (10) melaporkan pelaksanaan setiap program, termasuk kondisi keuangan, secara berkala 6 (enam) bulan sekali kepada Presiden dengan tembusan kepada DJSN.

### **2.8.5 Kepesertaan**

Peserta BPJS adalah setiap orang, termasuk orang asing yang bekerja paling singkat 6 (enam) bulan di Indonesia, yang telah membayar iuran (Indonesia, 2011). Setiap orang, termasuk orang asing yang bekerja paling singkat 6 (enam) bulan di Indonesia, wajib menjadi Peserta program Jaminan Sosial (Indonesia, 2011). Setiap orang, selain Pemberi Kerja, Pekerja, dan penerima Bantuan Iuran, yang memenuhi persyaratan kepesertaan dalam program Jaminan Sosial wajib mendaftarkan dirinya dan anggota keluarganya sebagai Peserta kepada BPJS (Indonesia, 2011).

Peserta Jaminan Kesehatan meliputi (1) Penerima Bantuan Iuran (PBI) Jaminan Kesehatan, dan (2) Bukan PBI Jaminan Kesehatan. Serta terdapat pula Peserta bukan PBI Jaminan Kesehatan yaitu terdiri atas (1) Pekerja Penerima Upah (PPU) dan anggota keluarganya, dan (2) Pekerja Bukan Penerima Upah (PBPU) dan anggota keluarganya, serta (3) Bukan Pekerja (BP) dan anggota keluarganya (BPJS Kesehatan, 2018).

Pendaftaran Peserta Jaminan Kesehatan dapat dilakukan melalui beberapa kanal pendaftaran, seperti: aplikasi pendaftaran bagi PPU, aplikasi, pendaftaran bagi penduduk yang didaftarkan oleh Pemerintah Daerah, aplikasi mobile JKN, laman BPJS Kesehatan, BPJS Kesehatan care center 1500 400, mobile customer

service, serta loket kantor cabang atau kantor kabupaten/kota atau unit pelayanan lain yang ditentukan oleh BPJS Kesehatan, atau pihak lain yang bekerjasama dengan BPJS Kesehatan (BPJS Kesehatan, 2018). Ketika peserta telah mendaftar, peserta akan diberikan sebuah tanda pengenal yaitu Kartu Indonesia Sehat (KIS) yang paling sedikit memuat nama dan nomor identitas dan kartu ini akan terintegrasi dengan Nomor Identitas Kependudukan, kecuali untuk bayi baru lahir (BPJS Kesehatan, 2018).

Setiap peserta mempunyai hak untuk: (a) mendapatkan identitas peserta, (b) mendapatkan Nomor *Virtual Account*, (c) memilih fasilitas kesehatan tingkat pertama yang bekerja sama dengan BPJS Kesehatan, (d) memperoleh manfaat Jaminan Kesehatan, (e) menyampaikan pengaduan kepada Fasilitas Kesehatan dan/atau BPJS Kesehatan yang bekerja sama, (f) mendapatkan informasi pelayanan kesehatan, dan (g) mengikuti program asuransi kesehatan tambahan (BPJS Kesehatan, 2014). Setiap peserta wajib: (a) membayar iuran; (b) melaporkan perubahan data kepesertaan; (c) melaporkan perubahan status kepesertaan; dan (d) melaporkan kerusakan dan/atau kehilangan kartu identitas Peserta Jaminan Kesehatan (BPJS Kesehatan, 2014).

Manfaat Jaminan Kesehatan yang dicakup adalah pelayanan promotif, preventif, kuratif, dan rehabilitatif termasuk pelayanan obat, alat kesehatan dan bahan medis habis pakai sesuai dengan kebutuhan medis yang diperlukan dan dilakukan oleh penyelenggara pelayanan kesehatan yang bekerja sama dengan BPJS Kesehatan (BPJS Kesehatan, 2014).

### 2.8.6 Proses Penyelenggaraan Jaminan Kesehatan

Setiap peserta berhak memperoleh pelayanan kesehatan yang mencakup pelayanan promotif, preventif, kuratif, dan rehabilitatif termasuk pelayanan obat dan bahan medis habis pakai sesuai dengan kebutuhan medis yang diperlukan. Penyelenggaraan Jaminan Kesehatan meliputi: (a) kepesertaan; (b) iuran kepesertaan; (c) penyelenggara pelayanan kesehatan; (d) kendali mutu dan kendali biaya; dan (e) pelaporan dan *utilization review* (BPJS Kesehatan, 2014).

Sistem Rujukan pelayanan kesehatan adalah penyelenggaraan pelayanan kesehatan yang mengatur pelimpahan tugas dan tanggung jawab pelayanan kesehatan secara timbal balik, baik vertikal maupun horizontal. Pelayanan kesehatan yang dijamin oleh BPJS Kesehatan terdiri atas: (a) pelayanan kesehatan pada fasilitas kesehatan tingkat pertama; (b) pelayanan kesehatan pada fasilitas kesehatan tingkat lanjutan; (c) pelayanan gawat darurat; (d) pelayanan obat, alat kesehatan, dan bahan medik habis pakai; (e) pelayanan ambulans; (f) pelayanan skrining kesehatan; dan (g) pelayanan kesehatan lain yang ditetapkan oleh Menteri (BPJS Kesehatan, 2014).

Fasilitas kesehatan tingkat pertama sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri dari: (a) Puskesmas atau yang setara; (b) praktik dokter; (c) praktik dokter gigi (d) klinik Pratama atau yang setara termasuk fasilitas kesehatan tingkat pertama milik TNI/POLRI; dan (e.)Rumah sakit Kelas D Pratama atau yang setara (BPJS Kesehatan, 2014).

### 2.8.7 Proses Verifikasi dan Olah Data Pasien

Pendaftaran peserta jaminan kesehatan sebagaimana yang telah diatur dalam pasal 7 dan 8 Peraturan Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan Nomor 6 Tahun 2018 dilaksanakan melalui sistem informasi BPJS Kesehatan yang terintegrasi dengan Nomor Induk Kependudukan (NIK) dan peserta akan mendapatkan identitas dalam bentuk Kartu Indonesia Sehat (KIS) yang terintegrasi dengan Nomor Induk Kependudukan (NIK) (JKN, 2018). Pada proses penyelenggaraan jaminan kesehatan akan dilakukan validasi data peserta yang diidentifikasi dari *database (Master File)* JKN sehingga akan diterbitkan Surat Eligibilitas Peserta (SEP) sebagai bukti bahwa pasien benar merupakan seorang peserta JKN (JKN, 2013; Kementerian Kesehatan RI, 2022). Pada tahun 2017 BPJS Kesehatan meluncurkan reformasi pada birokrasi berupa *Finger Print Electronic-Surat Eligibilitas Peserta (FP-ESP)* untuk memangkas waktu tunggu pelayanan validasi peserta yang telah menjadi 10 besar pengaduan pelayanan fasilitas kesehatan (JKN, 2023).

## 2.9 Manajemen Rumah Sakit

### 2.9.1 Manajemen

Manajemen berasal dari bahasa Perancis kuno "*menajemen*" yang berarti sebuah seni untuk mengatur dan melaksanakan, manajemen ditengarai pula berasal dari bahasa Italia "*Maneggiare*" yang berarti mengendalikan, yang dapat berakar dari kata "*Manus*" dari bahasa Latin yang berarti "tangan" (Setyawan & Supriyanto, 2019). Salah satu definisi manajemen yang diajukan George R. Terry pada tahun

1997, Manajemen adalah “beberapa proses berbeda yang terdiri dari perencanaan, pengorganisasian, pergerakan, dan pengendalian, yang dilakukan untuk menentukan dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan menggunakan sumber daya manusia dan sumber daya lainnya” (Setyawan & Supriyanto, 2019). Manajemen digunakan sebagai metode yang terdiri dari perencanaan, pengorganisasian, pergerakan, dan pengontrolan untuk mendayagunakan sumber daya untuk mencapai tujuan tertentu (Setyawan & Supriyanto, 2019).

### **2.9.2 Definisi Rumah Sakit**

Rumah Sakit dalam UU No. 17 tahun 2023 adalah Fasilitas Pelayanan Kesehatan yang menyelenggarakan Pelayanan Kesehatan perseorangan secara paripurna melalui Pelayanan Kesehatan promotif, preventif, kuratif, rehabilitatif, dan/ atau paliatif dengan menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan Gawat Darurat (Indonesia, 2023).

Pengorganisasian rumah sakit dapat sangat kompleks, di dalamnya terdapat proses yang menghasilkan jasa perhotelan sekaligus jasa medik, perawatan dalam bentuk pelayanan kepada pasien yang melakukan rawat inap maupun berobat jalan (Setyawan & Supriyanto, 2019). Terdapat pula berbagai permasalahan yang merupakan konsekuensi dari bentuk organisasi rumah sakit itu sebagai organisasi padat karya dengan latar belakang anggota yang berbeda serta di dalamnya terdapat berbagai macam fasilitas pengobatan, peralatan, dan permasalahan yang dihadapi (Setyawan & Supriyanto, 2019).

### 2.9.3 Tujuan Rumah Sakit

Menghasilkan produk jasa atau pelayanan yang menyentuh kebutuhan dan harapan pasien dari berbagai aspek yang di antaranya mencakup mutu, jenis pelayanan, prosedur layanan, harga, dan informasi yang dibutuhkan oleh pasien merupakan sebuah tujuan utama dari sebuah pengelolaan rumah sakit yang baik (Setyawan & Supriyanto, 2019). Misi pemasaran rumah sakit agaknya sedikit berbeda dengan bisnis lainnya, yaitu rumah sakit harus lebih mengutamakan pemaksimalan kesejahteraan masyarakat yang berupa kepuasan, kesembuhan, dan nilai tambah untuk pasien, tidak boleh ada sistem *supply induced demand*, dan tidak diperkenalkannya praktik kompetisi antar instansi sejenis (Setyawan & Supriyanto, 2019).

### 2.9.4 Klasifikasi Rumah Sakit

Rumah sakit kemudian oleh peraturan pemerintah (PP) nomor 47 tahun 2021 di klasifikasikan menjadi Rumah Sakit umum dan Rumah Sakit khusus yang ditetapkan klasifikasinya oleh pemerintah berdasarkan kemampuan pelayanan, fasilitas kesehatan, sarana penunjang, dan sumber daya manusia (Indonesia, 2021).

Di Indonesia pengklasifikasian rumah sakit berdasarkan pada kelengkapan fasilitas dan penunjang medis diatur oleh sistem Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) dan Badan Pengelola Jaminan Sosial Kesehatan (BPJS Kesehatan) terbagi menjadi 4 tipe, yaitu: Tipe A, B, C, dan D (Indonesia, 2021; Setyawan & Supriyanto, 2019).

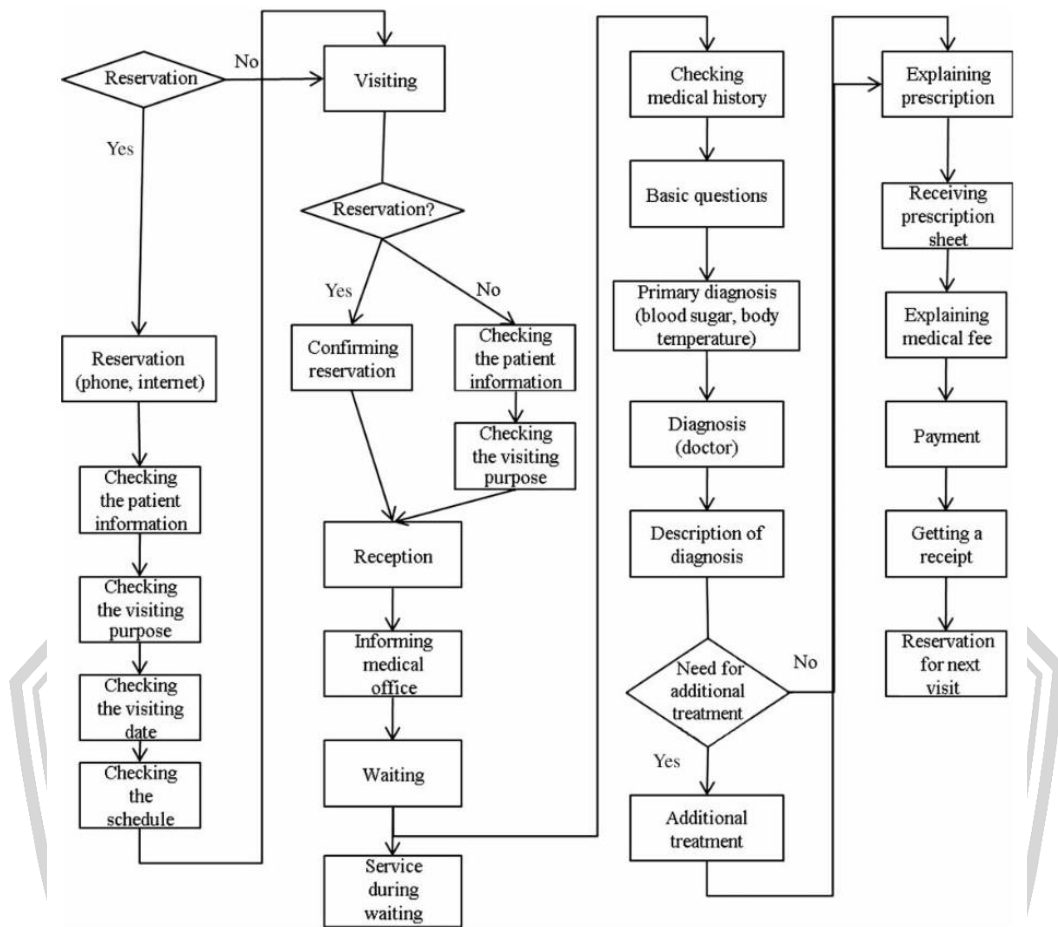
Rumah Sakit Tipe A, merupakan rumah sakit yang mampu menyelenggarakan berbagai pelayanan kedokteran spesialis dan sub spesialis oleh pemerintah. Rumah sakit ini telah ditetapkan sebagai tempat pelayanan rujukan tertinggi (*top referral house*) atau disebut juga rumah sakit pusat. Rumah Sakit Tipe B, merupakan rumah sakit yang mampu memberikan pelayanan medis spesialis luas dan sub spesialis terbatas (Indonesia, 2021; Setyawan & Supriyanto, 2019).

Rumah Sakit Tipe C merupakan rumah sakit yang mampu memberikan pelayanan medis sub spesialisasi secara terbatas. Ada empat jenis pelayanan spesialis yang diberikan, yaitu pelayanan penyakit dalam, pelayanan bedah, pelayanan kesehatan anak, serta pelayanan kebidanan dan kandungan, rumah sakit ini adalah rumah sakit yang didirikan di suatu kabupaten kota atau kabupaten sebagai fasilitas kesehatan tingkat 2 yang menampung rujukan dari fasilitas kesehatan tingkat 1 (poliklinik puskesmas atau dokter swasta) (Indonesia, 2021; Setyawan & Supriyanto, 2019).

Rumah sakit kelas D merupakan rumah sakit peralihan karena suatu saat akan ditingkatkan menjadi rumah sakit kelas C. Saat ini, rumah sakit tipe D hanya mampu memberikan pelayanan medis umum dan gigi. Sama halnya dengan rumah sakit tipe C, rumah sakit tipe D juga menampung pelayanan dari puskesmas (Indonesia, 2021; Setyawan & Supriyanto, 2019).

### 2.9.5 Tata Kelola Pelayanan Rumah Sakit

Proses tata kelola pada tiap-tiap fasilitas kesehatan (FASKES) dapat berbeda satu sama lain. Perbedaan ini didapati karena faktor-faktor seperti ketersediaan sumber daya manusia, bangunan, sarana, dan peralatan yang diperlukan untuk menunjang pelayanan yang dapat berbeda tiap tingkatan faskes maupun tiap daerah. BPJS membagi faskes menjadi Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama (FKTP) dan Fasilitas Kesehatan Rujukan Tingkat Lanjutan (FKRTL) (BPJS Kesehatan, 2018). FKTP menjadi Fasilitas Kesehatan yang melakukan pelayanan kesehatan perorangan yang bersifat non-spesialistik untuk keperluan observasi, promotif, preventif, diagnosis, perawatan, pengobatan, dan/atau pelayanan kesehatan lainnya (BPJS Kesehatan, 2018). FKRTL kemudian menjadi fasilitas Kesehatan yang melakukan pelayanan kesehatan perorangan yang bersifat spesialistik atau sub-spesialistik yang meliputi rawat jalan tingkat lanjutan, rawat inap tingkat lanjutan, dan rawat inap di ruang perawatan khusus (BPJS Kesehatan, 2018).

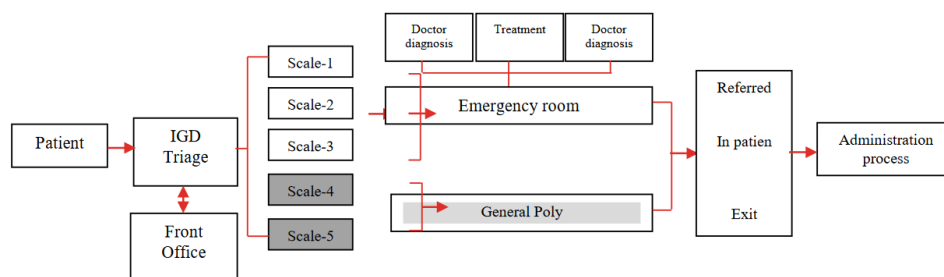


(Geum et al., 2011)

Gambar 2.2 Proses pelayanan rumah sakit

Rumah Sakit yang menurut undang-undang kesehatan disebut merupakan adalah fasilitas pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan Pelayanan Kesehatan perseorangan secara paripurna melalui Pelayanan Kesehatan promotif, preventif, kuratif, rehabilitatif, dan/ atau paliatif dengan menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan Gawat Darurat (Indonesia, 2023). Pada undang-undang kesehatan pula Rumah sakit menjadi fasilitas pelayanan kesehatan tingkat lanjut yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan lanjutan yang meliputi pelayanan spesialisik dan/atau pelayanan sub-spesialistik (Indonesia, 2023).

Pelayanan kesehatan yang diberikan Rumah Sakit umum meliputi pelayanan medik dan penunjang medik, pelayanan keperawatan dan kebidanan, pelayanan kefarmasian, pelayanan penunjang (Indonesia, 2021). Pada pelayanan kesehatan di rumah sakit jenis pelayanannya dapat berupa pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat (Indonesia, 2021). Rumah sakit diwajibkan untuk melakukan beberapa fungsi sosial seperti: memberikan pelayanan kesehatan Pasien tidak mampu atau miskin, pelayanan gawat darurat tanpa meminta uang muka, penyediaan ambulans gratis, pelayanan korban bencana dan kejadian luar biasa, bakti sosial bagi misi kemanusiaan, dan melakukan upaya promosi kesehatan melalui komunikasi, informasi, dan edukasi (Indonesia, 2021).

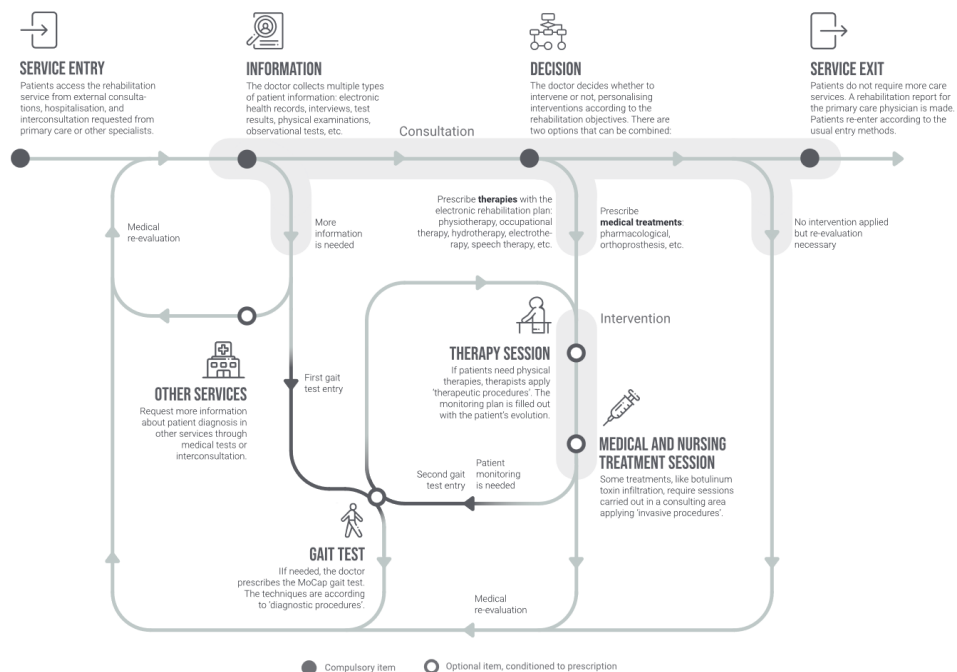


(Usman, 2020)

Gambar 2.3 Pelayanan pasien gawat darurat

Pada diagram yang tersaji di gambar 2.2 dan gambar 2.3 telah tampak alur yang menunjukkan rangkaian pasien dari awal masuk sampai keluar. Pada awalnya pasien akan melalui proses administrasi yang diperlukan. Berikutnya, pada saat proses penanganan, dilakukanlah sebuah pelayanan kuratif oleh tenaga kesehatan dan kemudian dapat pula dilakukan sebuah penatalaksanaan rehabilitatif.

Dibedakan pula penatalaksanaan yang bersifat gawat darurat (gambar 2.5) yang berarti bahwa pasien harus diberikan penatalaksanaan tertentu segera karena dapat mengancam nyawa pasien bila tindakan itu tidak diberikan segera. Pada kasus gawat darurat ini proses administrasi dilakukan secara lebih singkat atau prosesnya dapat dilakukan setelah pemberian tata laksana. Pada penatalaksanaan kasus non-gawat darurat dapat terbagi menjadi perawatan jalan ataupun dirawat inap berdasarkan keputusan medis yang diberikan oleh dokter. Pada umumnya pada proses rawat jalan, setelah dilakukan pemeriksaan dan penatalaksanaan oleh dokter, pasien akan menuju tempat farmasi untuk mengambil obat yang telah diresepkan oleh dokter.



(Marín et al., 2019)

Gambar 2.4 Aktuasi rangkaian alur pelayanan pasien pada tahap kuratif dan rehabilitatif

Rumah Sakit dapat didanai yang bersumber dari penerimaan Rumah Sakit, anggaran Pemerintah Pusat, anggaran Pemerintah Daerah, dan/ atau sumber lain yang sah sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan (Indonesia, 2023).

### 2.9.6 Manajemen Data Elektronik Pasien

Pelayanan kesehatan adalah sistem multidimensi yang didirikan dengan tujuan untuk melakukan tindakan promotif, preventif, kuratif, dan rehabilitatif pada masalah atau gangguan yang berhubungan dengan kesehatan pada manusia. Para profesional melayani dari mulai tingkat primer, sekunder (perawatan akut yang memerlukan profesional terampil), tersier (penyelidikan dan pengobatan medis tingkat lanjut), dan kuartener (prosedur diagnostik atau bedah yang sangat jarang dilakukan). Di semua tingkat ini, profesional kesehatan bertanggung jawab atas berbagai jenis informasi seperti riwayat kesehatan pasien (data terkait diagnosis dan resep), data medis dan klinis (seperti data dari pencitraan dan pemeriksaan laboratorium), dan data medis pribadi atau pribadi lainnya.

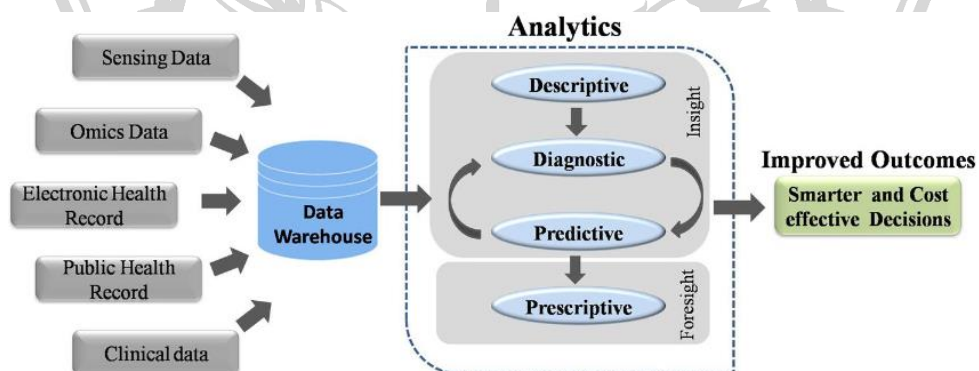
*Big data* adalah sejumlah besar berbagai data yang dihasilkan dengan kecepatan tinggi (Dash *et al.*, 2019). Data yang dikumpulkan dari berbagai sumber lebih banyak diperlukan untuk optimalisasi pelayanan konsumen dibandingkan konsumsi konsumen (Dash *et al.*, 2019). Dalam konteks data layanan kesehatan, terdapat tantangan besar dalam penyediaan data digital yaitu penerapan alat komputasi canggih, protokol, dan perangkat keras canggih dalam lingkungan klinis sehingga dapat menyajikan untuk kepentingan ilmiah dengan tersusun rapi (Dash *et al.*, 2019).

Data yang dikumpulkan menggunakan sensor dapat tersedia di penyimpanan *cloud* dengan perangkat lunak pra-instal yang dikembangkan oleh pengembang alat analitik. Alat-alat ini akan memiliki fungsi penambangan data dan ML yang dikembangkan oleh para ahli AI untuk mengubah informasi yang disimpan sebagai data menjadi pengetahuan (Dash *et al.*, 2019). Setelah diterapkan, hal ini akan meningkatkan efisiensi perolehan, penyimpanan, analisis, dan visualisasi data besar dari layanan kesehatan yang tugas utamanya adalah memberi anotasi, mengintegrasikan, dan menyajikan data kompleks ini dengan cara yang tepat untuk pemahaman yang lebih baik (Dash *et al.*, 2019)..

Heterogenitas data merupakan tantangan lain dalam analisis *big data*. Ukuran *big data* yang sangat besar dan heterogen dalam layanan kesehatan menjadikannya relatif kurang informatif jika menggunakan teknologi konvensional (Dash *et al.*, 2019). Platform paling umum untuk mengoperasikan kerangka perangkat lunak yang membantu analisis data besar adalah kluster komputasi berdaya tinggi yang diakses melalui infrastruktur komputasi *grid*. Komputasi *cloud* adalah sistem yang memiliki teknologi penyimpanan tervirtualisasi dan menyediakan layanan andal yang menawarkan keandalan, skalabilitas, dan otonomi yang tinggi serta akses di mana-mana, penemuan sumber daya dinamis, dan kemampuan penyusunan (Dash *et al.*, 2019). Platform tersebut dapat bertindak sebagai penerima data dari sensor yang ada di mana-mana, sebagai komputer untuk menganalisis dan menafsirkan data, serta menyediakan visualisasi berbasis web yang mudah dipahami oleh pengguna (Dash *et al.*, 2019).

Penggunaan *Internet of Things* atau IoT di mana pemrosesan dan analitik data besar dapat dilakukan lebih dekat ke sumber data menggunakan layanan *cellular edge cloud computation* dan *fog computation* (Dash *et al.*, 2019). Algoritme tingkat lanjut diperlukan untuk menerapkan pendekatan ML dan AI untuk analisis data besar pada *cluster computation* (Dash *et al.*, 2019). Bahasa pemrograman yang cocok untuk mengerjakan data besar (misalnya Python, R, atau bahasa lain) dapat digunakan untuk menulis algoritme atau perangkat lunak tersebut (Dash *et al.*, 2019).

*Electronic Health Record* (EHR) atau catatan kesehatan elektronik adalah catatan medis terkomputerisasi untuk pasien segala informasi yang berkaitan dengan kesehatan fisik/mental masa lalu, sekarang atau masa depan atau kondisi seseorang yang berada dalam sistem elektronik yang digunakan untuk menangkap, mengirimkan, menerima, menyimpan, mengambil, menghubungkan dan memanipulasi data multimedia untuk tujuan utama penyediaan layanan kesehatan dan layanan terkait kesehatan” (Murphy *et al.*, 1999).



(Dash *et al.*, 2019)

Gambar 2.5 Alur Kerja Analisis Big data di Faskes

Mirip dengan EHR, *Electronic Medical Record* (EMR) atau rekam medis elektronik menyimpan data medis dan klinis standar yang dikumpulkan dari pasien (Dash *et al.*, 2019). EHR, EMR, catatan kesehatan pribadi (PHR), perangkat lunak manajemen praktik medis (MPM), dan banyak komponen data layanan kesehatan lainnya secara kolektif berpotensi meningkatkan kualitas, efisiensi layanan, dan biaya layanan kesehatan serta pengurangan kesalahan medis (Dash *et al.*, 2019).

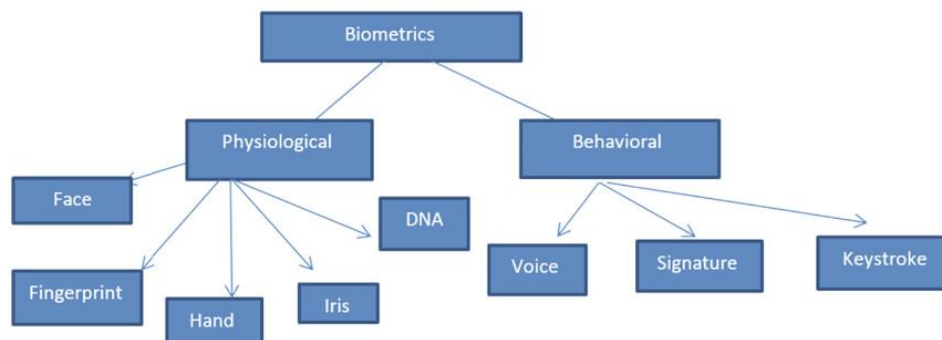
*Big data* dalam layanan kesehatan mencakup data penyedia layanan kesehatan (seperti EMR, resep apotek, dan catatan asuransi) serta eksperimen berbasis genom (seperti genotipe, data ekspresi gen) dan data lain yang diperoleh dari web pintar internet. benda (IoT) (Dash *et al.*, 2019). Pengembangan dan penggunaan perangkat pemantauan kesehatan dan perangkat lunak terkait yang dapat menghasilkan peringatan dan berbagi data terkait kesehatan pasien dengan masing-masing penyedia layanan kesehatan telah mendapatkan momentum, terutama dalam membangun sistem pemantauan biomedis dan kesehatan secara *real time* (Dash *et al.*, 2019). Perangkat ini menghasilkan sejumlah besar data yang dapat dianalisis untuk memberikan perawatan klinis atau medis secara *real time* (Dash *et al.*, 2019). Penggunaan data besar dari layanan kesehatan juga menunjukkan harapan untuk meningkatkan hasil kesehatan dan mengendalikan biaya (Dash *et al.*, 2019).

## 2.10 Biometrik

Biometrik adalah cabang ilmu yang berhubungan dengan identifikasi dan verifikasi individu berdasarkan ciri fisiologis dan perilaku, yang ciri-ciri atau

pengidentifikasi biometrik bersifat permanen, unik dan dapat memisahkan satu individu dengan individu lainnya (Dargan & Kumar, 2019). Sistem biometrik yang juga dapat disebut sistem Verifikasi Identitas (IV) yang merujuk pada seni membangun teknik autentikasi dengan bantuan fitur biometrik untuk mengidentifikasi, mengukur, dan memvalidasi secara otomatis. dari individu yang hidup (Dargan & Kumar, 2019). Sistem biometrik bergantung pada kenyataan bahwa setiap individu berbeda dalam aspek fisik dan perilaku dalam berbagai hal (Dargan & Kumar, 2019).

### 2.10.1 Macam Biometrik



(Abdulrahman & Alhayani, 2023)

Gambar 2.6 Klasifikasi Biometrik

#### 2.10.1.1 Sidik Jari

Sidik jari telah menjadi tingkat kualitas terbaik untuk identifikasi individu di dalam jaringan hukum selama beberapa ratus tahun yang digunakan secara luas karena keandalannya (Abdulrahman & Alhayani, 2023). Sidik jari dapat memberikan metode yang paling dominan untuk bukti unik individu yang dapat diakses oleh polisi dan pengadilan (Abdulrahman & Alhayani, 2023). Sidik jari

digunakan secara luas dalam berbagai bidang, khususnya hukum dan bisnis, misalnya, pemeriksaan kriminal, serta untuk proses verifikasi transaksi internet terbaru yang lebih praktis (Abdulrahman & Alhayani, 2023). Sidik jari terdiri dari beberapa desain yang diantaranya seperti: *arch*, *tented arch*, *right loop*, *left loop* dan *whorl* (Abdulrahman & Alhayani, 2023).

Kualitas yang tidak diragukan dari sidik jari yang dikarenakan metodologi yang digunakan berdasar pada fakta bahwa sidik jari tidak pernah menunjukkan tanda-tanda perubahan dan tidak ada dua sidik jari yang identik (Abdulrahman & Alhayani, 2023). Pemindai sidik jari adalah perangkat keamanan publik yang dapat ditemukan dalam berbagai gadget canggih yang saat ini tersedia di banyak tempat yang secara cepat dan mudah digunakan (Abdulrahman & Alhayani, 2023). Sidik jari pula digunakan sebagai pilihan atau pelengkap untuk kata sandi yang sulit diingat, juga telah digunakan oleh hukum untuk menemukan berbagai temuan fakta pada tempat kejadian perkara, serta mengonfirmasi berbagai hal untuk kepentingan pembuktian di persidangan (Abdulrahman & Alhayani, 2023).

#### **2.10.1.2 Pengenalan Wajah**

Inovasi pengenalan wajah adalah semacam pengenalan komponen fisiologis dalam bidang pengenalan yang secara otomatis mengenali atau mengonfirmasi seseorang disertai dengan bantuan *advance picture* atau dari *advance video outline* (Abdulrahman & Alhayani, 2023). Salah satu strategi untuk melakukan prosedur terkait adalah membandingkan model yang diidentifikasi dengan preseden dalam basis data (Abdulrahman & Alhayani, 2023). Pengenalan wajah dapat dianggap

sebagai yang paling menonjol di antara metode verifikasi yang dapat dikenali biometrik yang paling bermanfaat yang termasuk dalam beberapa jenis bukti pembeda biometrik (Abdulrahman & Alhayani, 2023).

Pengenalan wajah telah digunakan sebagai proses validasi dalam berbagai domain dan terutama dalam operasi terkait keamanan komputer, misalnya keamanan negara, pengenalan identitas kriminal, sampai akses masuk gedung, serta sebagai proses verifikasi untuk mengakses *handphone* (Abdulrahman & Alhayani, 2023). Pengenalan wajah juga berperan penting dalam bidang eksplorasi biometrik dan *PC Vision* yang kerangka kerjanya bertujuan untuk memiliki *immaterial misclassification* (Abdulrahman & Alhayani, 2023).

Pengenalan wajah adalah kerangka kerja komputer yang membedakan gambar statis atau sebaliknya gambar wajah dalam video yang kuat cocok dengan data wajah yang tersimpan di *database* dan kemudian melakukan pembuktian pembedaan wajah tunggal atau banyak (Abdulrahman & Alhayani, 2023). Banyak fitur yang menyebabkan varian dari gambar wajah tunggal yang berkontribusi pada berbagai masalah pengenalan, jika tidak dapat dicegah dengan berbagai algoritma yang cermat dari proses pembacaannya akan menyebabkan kegagalan pengenalan atau akan menyebabkan kesalahan verifikasi data (Abdulrahman & Alhayani, 2023).

### 2.10.1.3 Iris

Iris merupakan bagian mata berupa diafragma bulat yang terletak di antara lensa dan kornea mata yang sebenarnya merupakan gabungan dari beberapa organ

kecil. Iris berbentuk seperti kribiformis di dekat intinya oleh sebuah lubang bundar yang dikenal sebagai pupil. Kapasitas iris adalah untuk mengamati ukuran cahaya yang telah masuk melalui pupil, dan ini diselesaikan oleh otot sfingter dan otot dilator yang menyesuaikan area pupil. Keduanya bahkan berbeda untuk kembar identik.

Iris dapat diterapkan untuk berbagai eksekusi keaslian dan keamanan yang melibatkan kartu identitas dan paspor, perlindungan penjara, akses basis data dan log-in komputer, kontrol batas dan jadwal pemerintah. Biometrik iris lebih dapat diandalkan dan akurat jika dibandingkan dengan fitur biometrik lainnya seperti sidik jari. Jaringan iris kuat sepanjang hidup dan sangat aman. Iris kurang rentan terhadap serangan. Mata Iris memiliki berbagai model untuk mata kanan dan kiri. Pemindai iris tidak memerlukan kondisi pencahayaan khusus atau jenis cahaya tertentu (tidak seperti cahaya inframerah yang diperlukan untuk pemindaian retina).

Ada dua teknik untuk menggunakan fitur mata untuk keaslian. Pertama, bisa berdasarkan pengenalan retina. Orang tersebut harus menatap perangkat yang mengoperasikan pemindaian retina berbasis laser. Perangkat khusus tersebut menganatomi susunan pembuluh darah dari gambar retina yang diinginkan. Secara kebetulan, perangkat tersebut memvalidasi orang tersebut. Susunan pembuluh darah ini berbeda untuk setiap mata. Perangkat tersebut tidak ramah karena pengguna harus mengonfirmasi titik saat laser menganalisis mata. Tampaknya sulit untuk mengakali sistem autentikasi. Metode kedua adalah pengenalan berbasis iris. Pemindai harus bekerja dengan menggunakan kamera. Tidak seperti prosedur retina,

pengguna tidak perlu berada di dekat perangkat untuk diverifikasi. Gambar yang diberikan dianalisis dengan menggunakan perangkat tersebut, dan berisi 266 titik berbeda. Diketahui bahwa ini adalah metode verifikasi biometrik yang paling autentik. Selain itu, iris tetap sama sepanjang hidup.

#### **2.10.1.4 Tanda Tangan**

Tanda tangan yang telah dilakukan dengan pemeriksaan tulisan tangan dan ID secara kasar dibagi menjadi dua klasifikasi: daring dan luring. Teknik-teknik ini berbeda dalam jenis data yang mereka gunakan, dalam teknik luring, tanda tangan yang harus dikonfirmasi disimpan sebagai gambar dan diproses sebagai model piksel atau tekstur, dalam teknik daring tanda tangan dapat ditangkap oleh pena khusus yang bekerja secara elektronik melalui produksi selain atribut statis juga menangkap fitur-fitur dinamis seperti lokasi pena, gaya fisik, sudut, waktu yang telah berlalu untuk masuk. Tanda tangan dinamis adalah kualitas biometrik yang secara luas digunakan dan diakui untuk memeriksa kepribadian seseorang, Pendekatan biometrik berbasis tanda tangan otomatis saat ini secara teratur memerlukan lima, sepuluh, atau lebih contoh pengguna individu untuk mempelajari fluktuasi intrapersonal yang memadai untuk memberikan pemeriksaan yang tepat terhadap kepribadian orang tersebut. Sistem verifikasi tanda tangan daring bergantung pada dua teknik sistem berbasis fungsi fitur atau waktu (sistem global dan lokal). Tanda tangan merupakan properti biometrik yang dibuat melalui proses rumit yang dimulai di dalam pikiran penjamin sebagai “program” kontrol mesin, yang dijalankan melalui sistem neuromuskular dan ditinggalkan di permukaan

komposisi oleh perangkat tulisan tangan. Tujuan utama dari otentikasi biometrik berbasis tanda tangan dengan aplikasi forensik adalah perlindungan terhadap kejahatan.

#### 2.10.1.5 Sinyal Elektroencefalogram (EEG)

Elektroensefalogram (EEG) adalah teknik pengamatan pergerakan otak yang merekamnya secara elektrofisiologis. Sinyal EEG direkam dari subjek dengan memasang elektroda di kulit kepala. EEG memperkirakan perubahan voltase otak. Perubahan ini dilakukan oleh arus ionik di dalam neuron. Aplikasi biometrik pada elektroensefalografi (EEG) membedakan orang dengan memanfaatkan kualitas individu dalam gelombang otak manusia. Sistem EEG berbasis biometrik telah dihasilkan oleh berbagai penelitian. Beberapa penelitian memanfaatkan kumpulan data kontes BCI menggunakan beberapa sifat, yang melibatkan koefisien AR, komplikasi linier, intensitas spektrum energi, dan sinkronisasi fase. Teknik *Brain Computer Interface* (BCI), yang menyediakan antarmuka elektronik secara langsung dan dapat mengangkut perintah dan pesan secara instan dari otak manusia ke komputer.

EEG adalah salah satu teknik perekaman paling aktif yang dapat digunakan dalam biometrik karena evolusi perangkat kerasnya. Ini adalah metode yang sangat unik, aman, dan tidak dapat ditiru. Selain itu, sinyal EEG bersifat biodinamis dan memiliki bukti keaktifan untuk individu tertentu. Dengan demikian, sinyal tersebut tidak dapat diduplikasi seperti kebanyakan teknik biometrik fisik statis lainnya. Untuk sektor keamanan, tiga jenis autentikasi digunakan, termasuk informasi Anda,

seperti kata sandi, kode PIN, atau informasi pribadi (seperti nama hewan peliharaan Anda); kepemilikan Anda seperti kartu pintar, atau token; dan/atau biometrik. Protokol obsesi biasanya diklasifikasikan menjadi tiga kelas yang berbeda. Melalui sinyal-sinyal ini, berbagai pekerjaan seperti aplikasi bidang medis seperti (gangguan otak, mabuk perjalanan, merokok, alkoholisme, deteksi dan diagnosis, gangguan tidur, kecenderungan otak. Selain itu, pelaksanaan sistem biometrik berbasis EEG bergantung pada desain utama protokol

## 2.10.2 Perkembangan Organ Biometrik

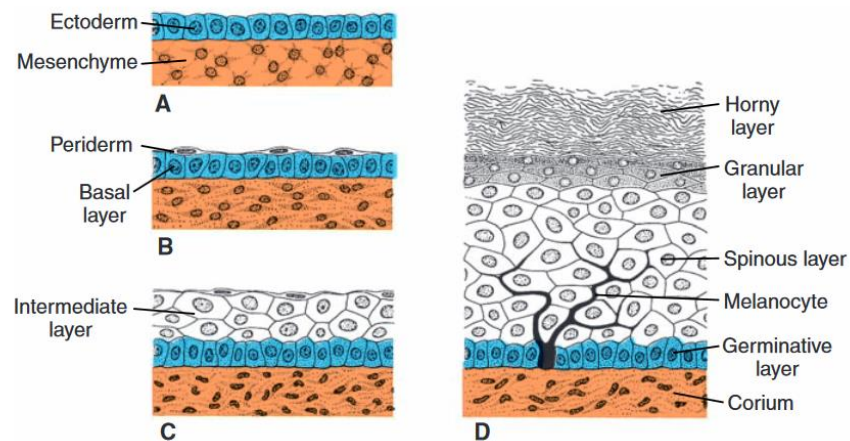
### 2.10.2.1 Sidik Jari

Sidik jari merupakan bagian lapisan kulit terluar atau yang disebut epidermis. Epidermis pada awalnya berkembang dari embrio yang ditutupi oleh satu lapisan sel *ektodermal* (Sadler, 2018). Pada awal bulan kedua, epitel ini membelah, dan lapisan sel pipih, *periderm*, atau *epitrikium*, diletakkan di permukaan. Dengan proliferasi sel lebih lanjut di lapisan basal, zona perantara ketiga terbentuk (Sadler, 2018). Akhirnya, pada akhir bulan keempat, epidermis memperoleh susunan definitifnya, dan empat lapisan dapat dibedakan:

- Lapisan *basalis*, atau lapisan *germinatif*, bertanggung jawab untuk produksi sel-sel baru. Lapisan ini kemudian membentuk tonjolan dan cekungan, yang tercermin pada permukaan kulit dalam sidik jari.
- Lapisan *spinosus* tebal terdiri dari sel-sel *polihedral* besar yang mengandung *tonofibril* halus.

- Lapisan *granular* mengandung butiran *keratohyalin* kecil di dalam sel-selnya.
- Lapisan tanduk (*Horny Layer*), yang membentuk permukaan epidermis yang keras seperti sisik, terdiri dari sel-sel mati yang rapat yang mengandung keratin.

Sel-sel *periderm* biasanya dilepaskan selama paruh kedua kehidupan intrauterin dan dapat ditemukan dalam cairan ketuban (Sadler, 2018). Selama 3 bulan pertama perkembangan, epidermis diserbu oleh sel-sel yang muncul dari puncak saraf (Sadler, 2018). Sel-sel ini menyintesis pigmen melanin dalam melanosom. Saat melanosom terakumulasi, melanosom diangkut ke bawah proses dendritik melanosit dan dipindahkan secara interseluler ke keratinosit kulit dan *hair bulb* (Sadler, 2018). Dengan cara ini, pigmentasi kulit dan rambut diperoleh.

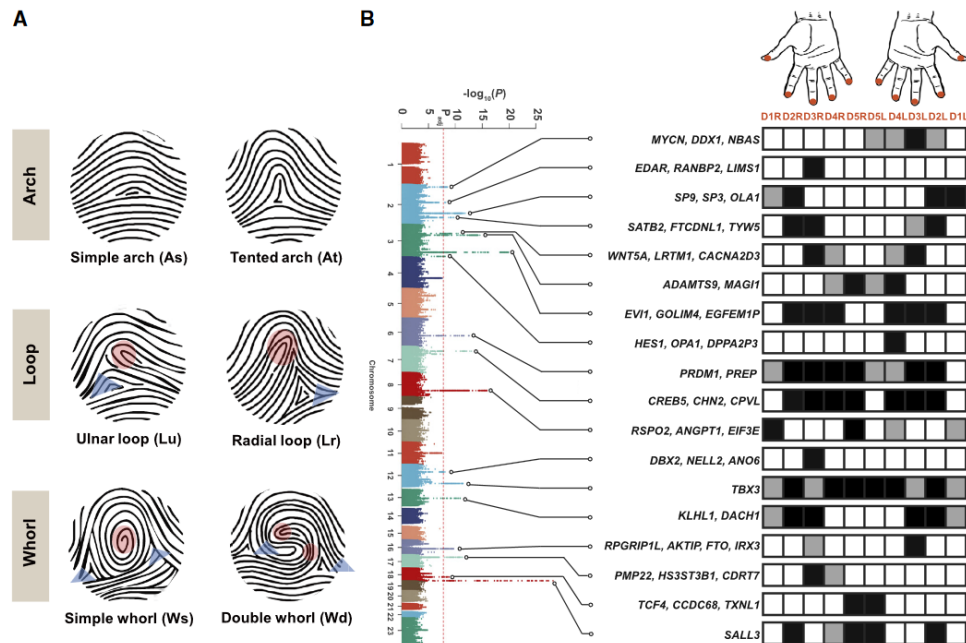


(Sadler, 2018)

Gambar 2.7 Perkembangan Kulit . A: 5 Minggu; B: 7 Minggu; C: 4 Bulan; D: Ketika Lahir

Pola dermatoglik pada jari mulai berkembang di ujung jari setelah minggu ke-10 kehamilan, terbentuk pada kulit yang menutupi bantalan volar yang bengkak dan mengecil. Pada minggu ke-14, konfigurasi pola sidik jari masa depan (lengkung, lingkaran, atau lingkaran) ditentukan pada sambungan epidermis-dermal oleh tonjolan primer (Li *et al.*, 2022). Beberapa mekanisme telah diajukan untuk menjelaskan pembentukan pola tonjolan epidermis yang berulang ini, termasuk teori yang didasarkan pada resolusi regangan mekanis pada epidermis melalui tekukan, susunan konfigurasi tonjolan menurut pola yang ditetapkan oleh pembuluh darah atau saraf, dan pengoperasian proses pensinyalan reaksi-difusi. Namun, mekanisme biologis yang mendasari pembentukan pola dermatoglik dan konfigurasi sidik jari secara keseluruhan sebagian besar masih belum diketahui (Li *et al.*, 2022).





(Li et al., 2022)

Gambar 2.8 Varian genetik yang terkait dengan pola sidik jari ordinal (lengkungan, lingkaran, dan lingkaran)

### 2.10.2.2 Wajah

Pada awal perkembangan wajah, lima primordial wajah muncul sebagai proses atau tonjolan yang mengelilingi stomodeum. Ini termasuk proses frontonasal, yang muncul dari mesenkim yang diproduksi oleh sel-sel krista saraf di dekat otak depan dan otak tengah. Proses frontonasal akhirnya membentuk dahi dan hidung. Selain itu, prosesus maksilaris berpasangan berkembang dari lengkung faring pertama, yang akhirnya membentuk rahang atas (maksila), tulang pipi (zigoma), dan bagian skuamosa tulang temporal. Demikian pula, prosesus mandibula berpasangan, yang berasal dari lengkung faring pertama, akan membentuk rahang

bawah (mandibula). Penggabungan kelima primordia wajah ini sangat penting untuk pembentukan wajah yang tepat.

Stomodeum yang baru terbentuk, yang berperan dalam pembentukan mulut, mulai terlihat pada embrio tiga minggu setelah pembuahan. Struktur ini terletak di antara area jantung dan otak yang sedang berkembang, dikelilingi oleh primordia wajah, dan awalnya tertutup dari foregut kranial oleh membran orofaring, proliferasi ektodermal. Perkembangan wajah melibatkan semua jaringan embrionik primer—ektoderm, mesoderm, dan endoderm—dan proses yang sangat terkoordinasi ini dimulai antara minggu keempat dan kedelapan setelah pembuahan, didorong oleh pusat-pusat pengorganisasian tertentu.

Plakoda hidung, dua penebalan ektodermal permukaan pada prosesus frontonasal, muncul pada akhir minggu keempat dan berkontribusi pada pembentukan epitel olfaktorius. Pada minggu kelima, proliferasi mesenkim yang berdekatan dengan plakoda hidung menghasilkan empat pembengkakan—dua prosesus hidung medial dan dua prosesus hidung lateral—yang akhirnya membentuk lubang hidung. Lubang-lubang ini berevolusi menjadi rongga hidung dan lubang hidung. Bersamaan dengan itu, prosesus maksilaris yang berpasangan meluas ke arah medial menuju prosesus maksilaris nasal dan kontralateral, menyatu dengan prosesus nasal lateral untuk menciptakan alur nasolakrimal, tempat pipi dan area nasal lateral bertemu.

Seiring perkembangan berlangsung, prosesus maksilaris terus tumbuh, menyatu dengan prosesus nasal medial untuk membentuk daerah intermaksila, yang

akan menghasilkan maksila kontinu, serta bibir atas dan langit-langit. Segmen intermaksila memunculkan premaksila, lapisan gingiva, langit-langit primer, dan bagian tengah bibir atas, sementara prosesus maksilaris berkontribusi pada bibir atas lateral, sebagian besar maksila, dan langit-langit sekunder. Pembentukan filtrum bibir atas merupakan hasil dari pertumbuhan prosesus maksilaris yang menutupi aspek bawah prosesus nasal medial. Jika prosesus ini gagal menyatu dengan baik, celah orofasial dapat terjadi.

Beberapa kejadian tambahan menandai periode kritis perkembangan wajah. Pada minggu kelima, membran orofaring hancur, menciptakan celah antara usus depan tengkorak dan lingkungan luar. Mioblas dari lengkung faring pertama membentuk otot pengunyahan, sedangkan mioblas dari lengkung faring kedua membentuk otot yang bertanggung jawab untuk ekspresi wajah. Saat kepala terus berkembang, mata bergerak ke arah ventral dari posisi lateral awalnya, dan telinga luar bermigrasi dari daerah serviks ke posisi akhirnya di sisi kepala. Pada akhir minggu ketujuh, embrio memperlihatkan fitur wajah dengan penampilan yang sangat mirip manusia.

### **2.10.2.3 Iris**

Iris dan badan siliaris, yang muncul dari ujung anterior cawan optik, semakin menggambarkan kompleksitas perkembangan mata. Iris terbentuk melalui perluasan tepi cawan optik ke arah pupil, dengan dinding bagian dalam membentuk epitel pigmen iris posterior dan dinding bagian luar membentuk epitel pigmen anterior. Iris juga mengandung otot-otot pupil, yang mengendalikan ukuran pupil.

Sementara itu, badan siliaris, yang penting untuk akomodasi lensa, berasal dari daerah yang sama dan meliputi epitel siliaris dan otot siliaris, yang terakhir berasal dari sel-sel mesenkim. Perkembangan daerah ini menyoroti interaksi rumit antara berbagai jenis sel dan lapisan dalam membentuk segmen anterior mata.

Perkembangan mata merupakan proses yang kompleks dan sangat terkoordinasi yang dimulai sejak minggu ketiga kehamilan. Tanda pertama yang terlihat dari perkembangan mata adalah munculnya alur optik, yang berasal dari neuroektoderm otak depan yang sedang berkembang. Alur ini, yang dipengaruhi oleh mesenkim di sekitarnya, mulai mengecil, membentuk vesikel optik. Vesikel ini, divertikula berongga yang menonjol ke arah ektoderm permukaan, memainkan peran penting dalam pembentukan awal struktur mata. Khususnya, vesikel optik memunculkan tangkai optik, yang nantinya akan menjadi saraf optik. Secara bersamaan, mereka mendorong ektoderm permukaan untuk membentuk plakoda lensa. Plakode ini mengalami invaginasi, menciptakan lubang lensa, yang selanjutnya semakin dalam ke dalam vesikel lensa, yang akhirnya terpisah dari ektoderm permukaan dan terbenam ke dalam mangkuk optik yang sedang berkembang. Pada minggu keempat kehamilan, vesikel optik mengalami invaginasi lebih lanjut, yang mengakibatkan terbentuknya cawan optik, yang nantinya akan berdiferensiasi menjadi retina. Selama proses ini, alur yang dikenal sebagai fisura retina atau koroid terbentuk di sepanjang permukaan ventral cawan optik dan tangkainya, yang memungkinkan arteri dan vena hialoid melewatinya. Saat cawan optik menyatu di sekitar pembuluh-pembuluh ini, mereka menjadi arteri dan vena

retina sentral. Pembuluh hialoid distal, yang awalnya bertanggung jawab untuk mensuplai lensa yang sedang berkembang, akhirnya mengalami degenerasi, meninggalkan struktur sisa dalam badan vitreus yang dikenal sebagai kanal hialoid. Perkembangan struktur awal ini menjadi dasar bagi anatomi mata yang rumit.

Saat mata terus berkembang, kontribusi berbagai jaringan embrio menjadi jelas. Mesenkim, khususnya sel-sel krista saraf, berperan penting dalam membentuk struktur pendukung mata, termasuk stroma dan endotelium kornea, badan siliaris, stroma uvea, sklera, dan jaringan ikat saraf optik serta otot-otot ekstraokular. Neuroektoderm bertanggung jawab untuk membentuk retina, iris posterior, dan saraf optik, sedangkan ektoderm permukaan membentuk lensa dan epitel kornea. Selain itu, mesoderm berdiferensiasi menjadi endotelium vaskular mata dan otot-otot ekstraokular, yang menunjukkan upaya kolaboratif berbagai jaringan embrionik dalam membentuk mata.

#### **2.10.2.4 Otak**

Proses embriogenesis dimulai dengan pembentukan cakram germinal trilaminar, yang terdiri dari lapisan epiblas dan hipoblas. Sel-sel epiblas mengalami transisi epitel-mesenkimal, menggantikan hipoblas dan membentuk mesoderm, yang tetap mesenkimal hingga akhirnya menjadi jaringan ikat. Garis primitif muncul dari ektoderm yang menebal, tumbuh dari ujung kaudal menuju ujung kranial, yang menginduksi pembentukan notochord. Ektoderm mengalami invaginasi, saat sel-sel bermigrasi untuk membentuk nodus primitif dan lubang primitif, yang mengarah pada pembentukan prosesus notochordal.

Lubang primitif, depresi di tengah nodus primitif, adalah bukaan di kanal notochordal. Neurulasi, proses di mana lempeng saraf terlipat ke dalam tabung saraf, diinduksi oleh notochord. Tabung saraf akhirnya membentuk neuroektoderm, yang memunculkan sistem saraf pusat (SSP), termasuk otak dan sumsum tulang belakang. Otak berkembang dari dua pertiga bagian kranial tabung saraf, sedangkan sumsum tulang belakang terbentuk dari sepertiga bagian kaudal. Sel-sel krista saraf berkontribusi pada pembentukan ganglia akar dorsal dan jaringan ikat di kepala dan leher.

Notokord memainkan peran penting dalam menentukan sumbu longitudinal embrio dan berkontribusi pada pembentukan cakram intervertebralis, meskipun tidak membentuk sumsum tulang belakang atau tulang belakang. Prosesus notokord memanjang dari nodus primitif ke arah kaudal menuju ujung kranial. Sistem saraf pusat berkembang dari neuroektoderm saat notokord menginduksi penebalan lapisan ektodermal, yang mengarah pada pembentukan lipatan saraf dan alur saraf, yang akhirnya membentuk tabung saraf melalui proses neurulasi.

Seluruh SSP ditutupi oleh tiga lapisan membran: dura mater, yang berasal dari mesenkim di sekitarnya, yang kuat dan tahan lama; arachnoid mater, yang berasal dari sel-sel krista saraf, yang membentuk satu lapisan dengan pia mater; dan pia mater, yang juga berasal dari sel-sel krista saraf, yang secara intim menutupi SSP.

Selama pembentukan otak, tiga vesikel otak primer berdiferensiasi menjadi lima vesikel otak sekunder. Prosensefalon, yang menjadi otak depan, kemudian

berkembang menjadi hemisfer serebral dan struktur di bawahnya seperti epithalamus, thalamus, dan hipotalamus. Bagian otak ini bertanggung jawab atas kesadaran, transformasi sensorimotor, dan integrasi sensorik. Mesensefalon, yang menjadi otak tengah, mengalami reorganisasi struktural minimal dibandingkan dengan sumsum tulang belakang dan vesikel otak lainnya. Rhombencephalon, yang menjadi otak belakang, dapat dibagi lagi menjadi metensefalon, yang menjadi otak kecil; myelencephalon kaudal, yang memiliki struktur yang mirip dengan sumsum tulang belakang dengan kanal sentral tertutup dari medula; dan myelencephalon rostral, yang merupakan bagian terbuka dari medula tempat cairan serebrospinal (CSF) diproduksi oleh pleksus koroid dan bocor ke ruang subaraknoid.

### **2.11 *Finger Print- Electronic* Surat Eligibilitas Peserta (FP-ESEP)**

Organisasi layanan kesehatan sangat bergantung pada sistem autentikasi yang lebih efisien karena sistem tersebut menyimpan berbagai informasi tentang pasien yang berbeda yang harus dijaga keamanannya. Rinciannya akan mencakup banyak informasi pribadi yang tidak boleh diungkapkan kepada orang lain dalam bentuk apa pun. Jadi pembatasan akses di unit perawatan kesehatan harus diberlakukan secara ketat untuk memastikan keamanan informasi. (Baskar *et al.*, 2023)

Pendaftaran peserta jaminan kesehatan sebagaimana yang telah diatur dalam pasal 7 dan 8 Peraturan Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan Nomor 6 Tahun 2018 dilaksanakan melalui sistem informasi BPJS Kesehatan yang terintegrasi dengan Nomor Induk Kependudukan (NIK) dan peserta akan

mendapatkan identitas dalam bentuk Kartu Indonesia Sehat (KIS) yang terintegrasi dengan Nomor Induk Kependudukan (NIK) (JKN, 2018). Pada proses penyelenggaraan jaminan kesehatan akan dilakukan validasi data peserta yang diidentifikasi dari *database (Master File)* JKN sehingga akan diterbitkan Surat Eligibilitas Peserta (SEP) sebagai bukti bahwa pasien benar merupakan seorang peserta JKN (JKN, 2013; Kementerian Kesehatan RI, 2022).

SEP yang menggunakan sidik jari sebagai metode validasi identitas pasien atau yang disebut sebagai *Finger Print- Electronic* Surat Eligibilitas Peserta (FP-ESEP) merupakan sebuah terobosan baru dalam proses administrasi kesehatan untuk memangkas waktu tunggu pelayanan validasi peserta yang telah menjadi 10 besar pengaduan pelayanan fasilitas kesehatan (JKN, 2023). memanfaatkan pelbagai teknologi yang ada seperti menggunakan data biometrik pasien. Pada penggunaan data biometrik yang salah satunya menggunakan sidik jari dapat meningkatkan akurasi validasi administrasi dikarenakan sidik jari memiliki keunikan yaitu tiap individu akan memiliki pola yang berbeda sehingga duplikasi data dikarenakan kesamaan identitas lainnya dapat diminimalisasi (Baskar *et al.*, 2023). Sidik jari merupakan biometrik yang tidak berubah karena usia atau faktor apa pun. Fitur biometrik lainnya dapat berubah karena faktor usia dan alasan lainnya (Baskar *et al.*, 2023)

## 2.12 *Smart-Pen*

### 2.12.1 Internet Of Things

*Internet Of Things* (IoT) adalah konsep yang diterapkan di sejumlah besar industri di masa digitalisasi ini termasuk pada layanan kesehatan (Dash *et al.*, 2019). Penggunaan IoT pada beberapa alat kesehatan dengan dilengkapi dengan chip komputer dan sensor yang memungkinkan pengumpulan dan transmisi data melalui internet telah membuka jalan baru (Dash *et al.*, 2019).

Teknologi perangkat seperti tag dan *Radio Frequency Identification* (RFID) atau pembaca Identifikasi Frekuensi Radio, dan perangkat *Near Field Communication* (NFC), yang tidak hanya dapat mengumpulkan informasi tetapi juga berinteraksi secara fisik, semakin banyak digunakan sebagai sistem informasi dan komunikasi dan memungkinkan objek dengan RFID atau NFC untuk berkomunikasi dan berfungsi sebagai jaringan benda pintar (Dash *et al.*, 2019). Analisis data yang dikumpulkan dari chip atau sensor ini dapat mengungkapkan informasi penting yang mungkin bermanfaat dalam meningkatkan gaya hidup, menetapkan langkah-langkah untuk konservasi energi, meningkatkan transportasi, dan layanan kesehatan (Dash *et al.*, 2019).

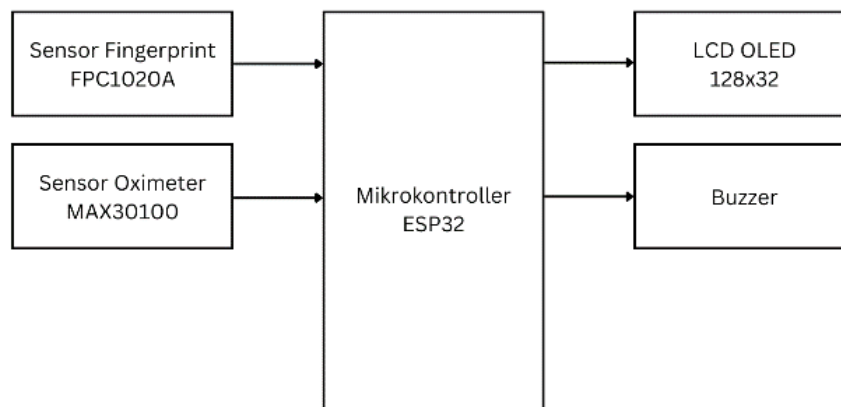
Analisis data dari IoT memerlukan perangkat lunak pengoperasian yang diperbarui karena sifatnya yang spesifik serta aplikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang canggih (Dash *et al.*, 2019). Perlu dilakukan pengelolaan aliran data yang masuk dari instrumen IoT secara *real-time* dan menganalisisnya setiap menit (Dash *et al.*, 2019). Para karyawan di sistem layanan kesehatan

berupaya memangkas biaya dan meningkatkan kualitas layanan dengan menerapkan analisis tingkat lanjut pada data yang dihasilkan secara internal dan eksternal (Dash *et al.*, 2019).

Perangkat IoT menciptakan aliran data yang berkelanjutan sambil memantau kesehatan manusia (atau pasien) yang menjadikan perangkat ini kontributor utama data besar dalam layanan kesehatan (Dash *et al.*, 2019). Sumber daya tersebut dapat menghubungkan berbagai perangkat untuk memberikan layanan kesehatan yang andal, efektif, dan cerdas bagi lansia dan pasien dengan penyakit kronis (Dash *et al.*, 2019).

#### **2.12.2 Komponen Penyusun**

Metode pengembangan yang digunakan untuk merancang *Smart-Pen* ini terbagi dalam beberapa tahap proses yaitu menyiapkan bahan dan alat, merancang sistem yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak, serta melakukan pengujian rangkaian dan program. Proses perancangan sistem dibagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan perangkat keras sistem dan perancangan perangkat lunak.



Gambar 2.9 Bagan Kerja *Smart-Pen*

### 2.12.2.1 Microcontroller dan Sensor

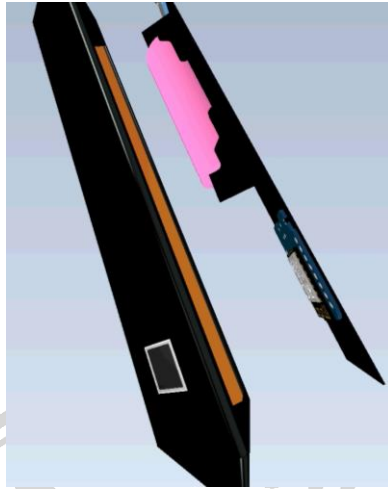
Tahap pertama perancangan perangkat keras pada perancangan ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan mekanik dan elektrik. Proses perancangan perangkat keras selanjutnya yaitu perancangan elektrik berupa sensor, aktuator, display dan loudspeaker yang dihubungkan dengan mikrokontroler sesuai dengan kinerjanya. Perancangan perangkat lunak, pemrograman dibuat dengan menggunakan software Arduino IDE agar prototipe dapat berjalan sesuai dengan yang kita fungsikan. Perancangan perangkat lunak ini juga dibuat dengan menggunakan software Arduino IDE.



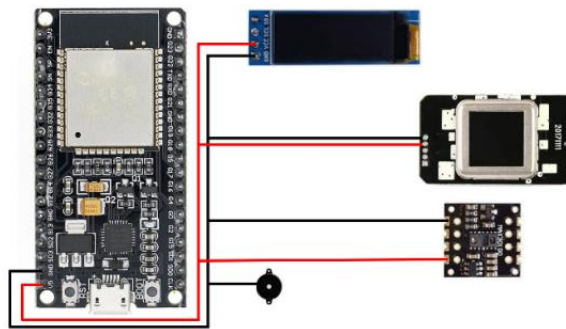
Gambar 2.10 Tampilan luar *Smart-Pen* generasi 1



Gambar 2.11 Tampilan luar *Smart-Pen* generasi 2

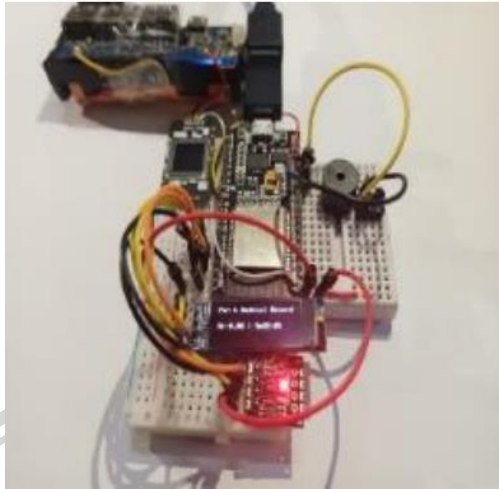


Gambar 2.12 Komponen dalam *Smart-Pen*



Gambar 2.13 Desain elektronik

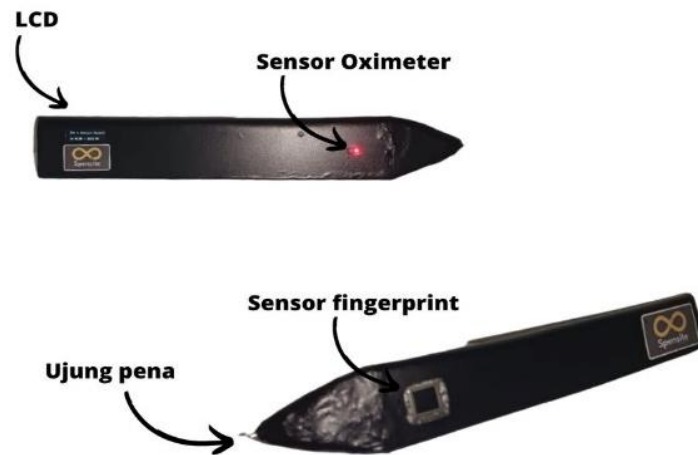
Pengujian rangkaian dan program dibuat dengan menggunakan *flowchart*. Memprogram sensor sidik jari dan oksimeter dengan board mikrokontroler Arduino UNO, modul LCD untuk menampilkan ID profil pengguna. Dilanjutkan dengan pemrograman semua sensor pada modul wifi ESP32 agar data dapat dikirim ke database melalui jaringan internet (*wireless*). Pemrograman mikrokontroler dengan sensor sidik jari yang digunakan untuk membaca sidik jari pasien. Pemrograman sensor oksimeter untuk membaca saturasi oksigen darah pada pasien. Kemudian dilakukan pemrograman mikrokontroler dengan *webserver Smart-Pen*.



Gambar 2.14 *Microcontroller* dan sensor

#### 2.12.2.2 Prototipe *Smart-Pen* medical records

Karya Inovasi *Smart-Pen* Medical Records telah rampung dengan presentase 100% dan dapat berfungsi dengan baik. Spesifikasi karya inovasi tersebut adalah 3:1 dengan ukuran pena biasa (tinggi 24 cm dan lebar 3 cm). Sensor sidik jari pada *Smart-Pen* Medical Records berfungsi untuk membaca sidik jari pasien menjadi data ID digital yang selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi data profil pengguna di website.

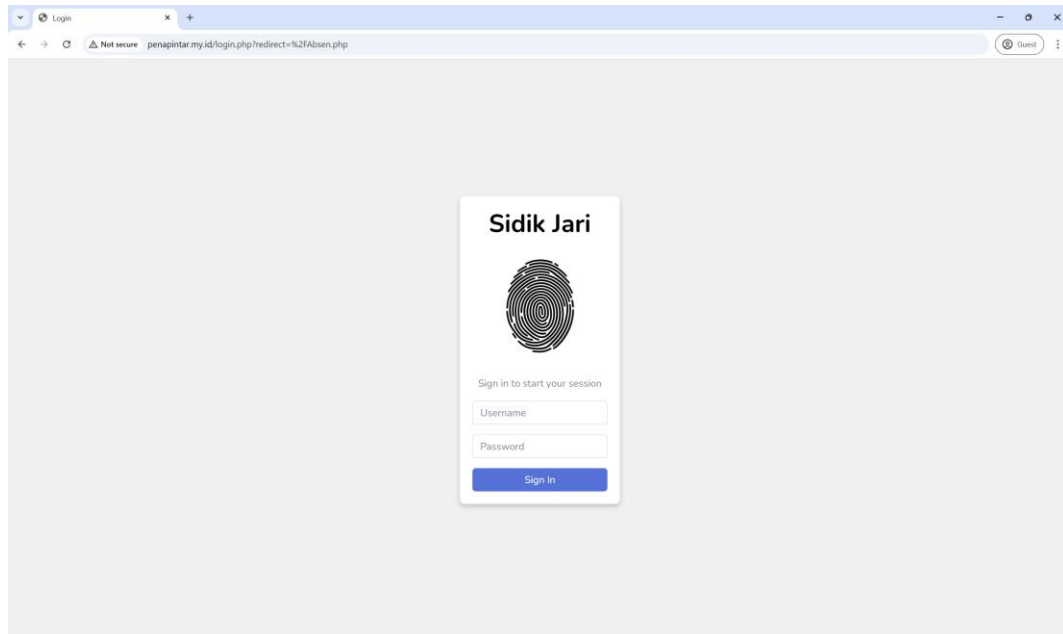


Gambar 2.15 Prototipe Smartpen Generasi 1



Gambar 2.16 Prototipe Smartpen Generasi 2

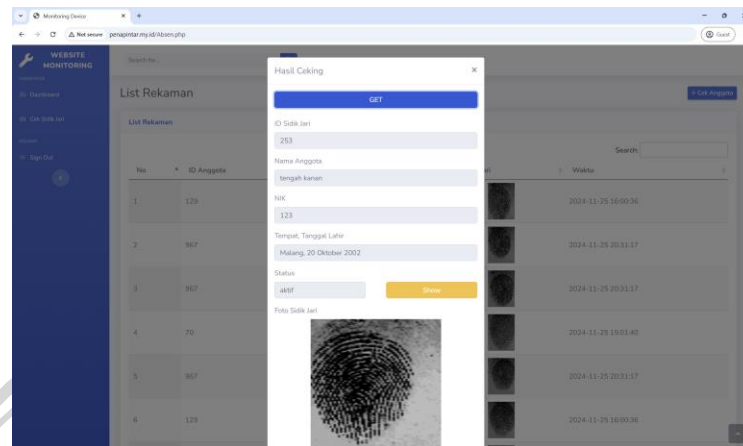
### 2.12.2.3 Website *Smart-Pen* medical records



Gambar 2.17 Tampilan Antarmuka *website* smartpen

Pemanfaatan karya inovasi diawali dengan meletakkan jari telunjuk dan ibu jari pada posisi yang sama seperti saat memegang pulpen sehingga sidik jari terbaca oleh sensor sidik jari yang selanjutnya dikirim ke database sehingga ditampilkan data yang sesuai pada layar LCD. Namun apabila data sidik jari belum ada pada database maka data tersebut dijadikan data baru dan petugas medis melengkapi IDE

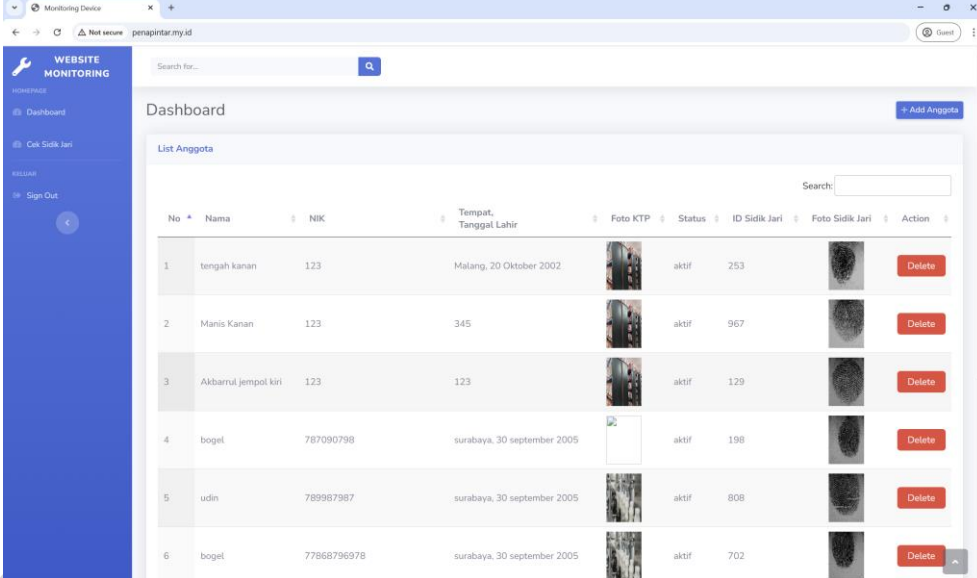
sesuai profil pasien. Gambar di bawah ini menunjukkan hasil pembacaan prototipe data sidik jari terintegrasi dengan website yang telah dibuat.















Gambar 2.18 Data Validasi yang berhasil diakses berdasarkan ID sidik jari pengguna

Gambar di atas merupakan hasil rekam medis elektronik yang berhasil diakses berdasarkan ID sidik jari pasien. RME pada website tersebut berisi identitas pasien, anamnesis, riwayat kesehatan sekarang (RPS), riwayat kesehatan lampau (RPD), riwayat kesehatan keluarga (RPK), dan hasil pemeriksaan fisik berupa tekanan darah, denyut nadi, laju pernapasan (RR), berat badan (BB), suhu tubuh, gula darah, dan hasil diagnosis (DX). Dengan adanya sistem akses rekam medis elektronik ini, petugas medis akan lebih mudah dalam melakukan pencarian data pembacaan rekam medis pasien. Catatan medis elektronik membantu meningkatkan kualitas layanan kesehatan. Informasi yang diperoleh melalui catatan medis akan memengaruhi keputusan klinis dalam perawatan pasien.

### 2.12.2.4 Feature integration and IoT



No	Nama	NIK	Tempat, Tanggal Lahir	Foto KTP	Status	ID Sidik Jari	Foto Sidik Jari	Action
1	tengah kanan	123	Malang, 20 Oktober 2002		aktif	253		Delete
2	Manis Kanan	123	345		aktif	967		Delete
3	Akbarrul jempol kiri	123	123		aktif	129		Delete
4	bogel	787090798	surabaya, 30 september 2005		aktif	198		Delete
5	udin	789987987	surabaya, 30 september 2005		aktif	808		Delete
6	bogel	77868796978	surabaya, 30 september 2005		aktif	702		Delete

Gambar 2.19 *User ID data Visualization dan IoT integration* di dalam website

Perancangan perangkat lunak menggunakan perangkat lunak CodeIgniter untuk menerima, mengolah, dan memproses data dari prototipe *Smart-Pen Medical Record*. Ketika sistem sensor sidik jari mendeteksi sidik jari, jika ID pasien cocok, maka rekam medis pasien akan muncul secara otomatis (otomatis) di monitor komputer. Dengan sistem ini, pencarian data rekam medis pasien diharapkan akan jauh lebih cepat dan tepat. Kesalahan dalam memasukkan atau menghapus data rekam medis pasien akan sangat kecil karena setiap pasien memiliki sidik jari/ID unik yang berbeda-beda.

### 2.12.3 Cara Kerja

Salah satu pengembangan metode rekam medik adalah dengan menggunakan alat yang salah satunya adalah Pena Cerdas adalah teknologi Internet

of Things (IoT) mutakhir yang memanfaatkan sensor sidik jari berkinerja tinggi untuk mengidentifikasi pasien dan membandingkan informasi pasien dengan rekam medis. Selain itu dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 mempunyai kemampuan menerima, mengolah dan mengolah data dari sensor dengan cepat untuk membantu tenaga medis dalam memantau, mengatur dan memberikan informasi dengan lebih cepat. Menggunakan mikrokontroler ESP32 mempunyai kemampuan dalam menerima, mengolah dan mengolah data dengan cepat. Data menjadi data informasi, menggunakan teknologi IoT sehingga data dapat dilihat dengan cepat, membantu tenaga medis membaca dan menerima informasi lebih cepat sehingga waktu yang dibutuhkan relatif singkat (Profetto *et al.*, 2022)

