

**NEFCARE: INOVASI SMART BRACELET TERINTEGRASI
TELEMEDICINE (TELECONSULTATION,
TELEMONITORING, AND TELENUTRITION) UNTUK
MENINGKATKAN QUALITY OF LIFE PASIEN GINJAL
KRONIS DENGAN HEMODIALISIS**

Annisa Fitri¹, Idonea Khosy M², Raymond Bagas A³

¹Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Brawijaya, Indonesia

²Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Indonesia

³Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Indonesia

¹annisafitri15@student.ub.ac.id, ²khosymuhammd@student.ub.ac.id,

³bagasardiarta@studnet.ub.ac.id

ABSTRAK

Chronic Kidney Disease (CKD) is a global health problem that continues to experience an increase in cases every year and has affected more than 200 million people throughout the world. This data is linear with the results of Basic Health Research (RISKESDAS) in 2018 which indicated that there was an increase of around 60% of kidney failure sufferers who had to undergo hemodialysis. Hemodialysis (HD) itself is a method of dialysis therapy which aims to remove fluid and metabolic waste substances accurately because the kidneys are no longer able to carry out this mechanism. The treatment process is not short and requires high discipline, causing hemodialysis patients to experience various psychological problems in the form of excessive stress and physiological problems related to dehydration. Ironically, PGK is also a neglected disease, as evidenced by the lack of development of wireless monitoring tools for patient health conditions. The purpose of writing this scientific work is to determine the potential for realization and effectiveness of a technology called "NEFCARE" which is a combination of a smart bracelet with telemedicine (teleconsultation, telemonitoring, and telenutrition) based on literature studies that have been carried out in the last 10 years of publication. The databases used came from NCBI, PubMed, and ScienceDirect using the keywords "Hemodialysis", "Telemedicine", "Chronic Kidney Disease", "QoL". There are 15 valid and reliable articles based on inclusion criteria which state that the development of wireless technology specifically for CKD patients, especially hemodialysis, can improve the quality of life of patients psychologically and physiologically, as well as prevent complications from other diseases. In the "NEFCARE" innovation, the smart bracelet developed uses temperature and blood pressure parameter sensors with display reminders related to rest, medication consumption, eating and drinking, and physical activity; Furthermore, the Android application presents several questions as indicators of stress levels, teleconsultation and telenutrition which are connected directly to medical professionals, as well as telemonitoring which can be monitored independently by the patient as a progress during treatment. There is great hope that this innovation can become an alternative for CKD patients to improve their quality of life.

Keyword: *Chronic kidney disease, hemodialysis, quality of life , telemedicine*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit Ginjal Kronis (PGK) merupakan salah satu problematika kesehatan global yang terus mengalami peningkatan kasus tiap tahunnya dengan biaya pengobatan yang terus melonjak sehingga memperparah kejadian prognosis yang buruk terhadap *quality of life* pasien. PGK dapat didefinisikan sebagai penyakit yang disebabkan karena adanya gangguan fungsi renal yang progresif dan *irreversible* dimana perkiraan laju filtrasi glomerulus (eGFR) kurang dari 60 ml/menit/ 1,73 m² yang berlangsung selama minimal 3 bulan, sehingga menyebabkan kegagalan tubuh untuk mempertahankan metabolisme, keseimbangan cairan dan elektrolit (Siagian and Damayanty, 2018). Disisi lain, berdasarkan survey epidemiologi yang dilakukan oleh Vaidya and Aeddula (2022) menunjukkan bahwa PGK hingga saat ini masih menjadi *neglected disease* bagi masyarakat awam yang disebabkan karena *sign symptoms* PGK *stage* awal hingga sedang tidak menunjukkan gejala spesifik. Kondisi tersebut menandakan **adanya keterbatasan pengembangan teknologi kedokteran dalam memantau kondisi kesehatan pada pasien dengan PGK.**

Kegagalan diagnosis diawal *stage* pada pasien PGK tidak jarang membuat pasien terdiagnosis pada tahap gagal ginjal terminal atau *end stage renal disease* dimana ginjal sudah tidak mampu lagi untuk mempertahankan susbtansi tubuh, sehingga membutuhkan penanganan lebih lanjut berupa tindakan dialisis, salah satunya yang paling umum adalah hemodialisis. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil penelitian Thristy and Lubis (2023) menyebutkan bahwa, setiap tahunnya Indonesia mengalami peningkatan pasien hemodialisis yang diperkirakan terdapat 17.193 pasien baru dan 11. 689 pasien aktif dengan angka kematian mencapai 2.221 pada tahun 2019. Data tersebut linear dengan hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018 yang mengindikasikan bahwa **terjadi peningkatan sekitar 60% penderita gagal ginjal harus menjalani hemodialisis.**

Hemodialisis (HD) merupakan metode terapi pengganti fungsi ginjal yang bertujuan untuk mengeluarkan cairan dan zat sisa metabolik (Pratama *et al.*, 2020). Terapi hemodialisis membutuhkan waktu yang tidak singkat dan sering kali

mempengaruhi kualitas hidup pasien, termasuk beban gangguan fungsional yang tinggi, harapan hidup terbatas, dan operasional pemanfaatan pelayanan kesehatan yang berefek pada berbagai masalah psikologis sehingga berdampak pada coping stress berlebih (Song *et al.*, 2020). Bentuk dari coping stress pada pasien HD dapat berupa **menurunnya motivasi untuk menjalani pengobatan (tidak rutin konsumsi obat dan melakukan hemodialisis), *food belief* yang salah sehingga berpengaruh terhadap asupan nutrisi, dan keterbatasan pada aktivitas fisik.**

Kurangnya waktu proses terapi hemodialisis yang harus dijalani seumur hidup membuat pasien perlu mendapatkan dukungan dari keluarga dan sumber pengetahuan yang jelas dari profesional kesehatan mengingat PGK memerlukan skrining, pengobatan, dan rehabilitasi yang intensif (Chang *et al.*, 2021). **Tantangan yang dihadapi pasien pada pengobatan jangka panjang berkaitan dengan kepatuhan terhadap rekomendasi dokter atau tenaga medis terkait lainnya.** Kondisi tersebut dibuktikan dengan banyaknya PGK yang memiliki pola hidup tidak teratur setelah menjalani pengobatan di Rumah Sakit. Kelalaian pasien dalam menjaga kesehatan, rendahnya kontrol emosi yang berpengaruh terhadap tingginya tekanan darah, konsumsi obat yang tidak teratur, kurang tepatnya pola diet yang dilakukan pasien, dan gaya hidup *sedentary* dapat berdampak serius pada *quality of life* pasien. Ketidakepatuhan PGK dalam menjalankan rekomendasi dokter serta adanya penurunan motivasi pengobatan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain kurangnya pemahaman terhadap penyakit, kesulitan dalam menaati jadwal pengobatan, dan kesulitan dalam mengontrol kondisi kesehatan secara konsisten, sehingga menyebabkan terjadinya resiko komplikasi lebih tinggi (Wijayanti & Wijaya, 2020). Adanya perkembangan *Internet of Things* (IoT) saat ini menjadikan paradigma pemantauan penyakit medis mengalami evolusi yang signifikan (Choudhury *et al.*, 2019).

Telemedicine merupakan salah satu solusi alternatif pelayanan kesehatan pada PGK. *Telemedicine* merupakan pelayanan kesehatan jarak jauh dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (Lubis, 2021). Pemilihan *telemedicine* sebagai alternatif layanan kesehatan PGK dikarenakan terdapat peningkatan pengguna hingga 154%, terlebih setelah masa pasca pandemi saat ini. **Inovasi yang ditekankan pada paper ini adalah integrasi antara *telemedicine***

yang tidak hanya berisikan konsultasi medis, namun juga terdapat telemonitoring dan telenutrisi, serta terhubung dengan *smart bracelet* yang dilengkapi sensor parameter suhu dan tekanan darah secara *real time*.

Telekonsultasi atau konsultasi jarak jauh mengacu pada interaksi antara dokter dan pasien untuk memberikan nasihat terkait diagnostik atau terapeutik secara digital. Telemonitoring bertujuan untuk memudahkan pasien dalam memantau kepatuhan terhadap anjuran dokter. Sedangkan telenutrition adalah metode untuk membantu pasien melakukan konsultasi dan konseling jarak jauh dengan nutritionist/ dietitian. Selanjutnya, integrasi dengan *smart bracelet* bertujuan sebagai *reminder* pasien untuk rutin dalam konsumsi obat, makan dan minum, serta aktivitas fisik, dan waktu istirahat sesuai dengan kesepakatan dengan dokter/ nutritionist terkait. Selain itu, pada *smart bracelet* juga dilengkapi sensor parameter suhu, tekanan darah, dan gula darah sebagai prediktor awal infeksi, hipertensi, dan diabetes yang ditujukan untuk mencegah komplikasi pada pasien PGK.

Penerapan *telemedicine* yang terintegrasi dengan *smart bracelet* ini berkaitan dengan SDGs (Sustainable Development Goals) nomor 3, “good health and wellbeing” dan nomor 9, “innovation and infrastructure”. **Adanya inovasi ini diharapkan dapat menjadi salah satu upaya ketahanan kesehatan Indonesia yang sekaligus sesuai dengan falsafah Tri Hita Karana, yaitu kebahagiaan atau kesejahteraan yang dibuktikan melalui adanya peningkatan kualitas hidup pada pasien.** Berdasarkan ulasan tersebut, penelitian terkait “NEFCARE: Inovasi *Smart Bracelet* Terintegrasi Telemedicine (teleconsultation, telemonitoring, and telenutrition) Untuk Meningkatkan *Quality of Life* Pasien Ginjal Kronis dengan Hemodialisis” menarik dikaji lebih dalam dan dilakukan pengembangan implementasi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana desain dan mekanisme kerja dari NEFCARE sebagai inovasi teknologi kedokteran dalam meningkatkan *quality of life* pada PGK dengan hemodialisis medis?
2. Bagaimana efektivitas NEFCARE sebagai monitor kesehatan dalam meningkatkan *quality of life* pada PGK dengan hemodialisis medis?

3. Bagaimana analisis keberlanjutan dari implementasi sebagai monitor kesehatan dalam meningkatkan *quality of life* pada PGK dengan hemodialisis medis?

1.3 Fokus Penulisan

1. Desain dan mekanisme kerja dari NEFCARE
2. Efektivitas NEFCARE sebagai monitor kesehatan
3. Analisis keberlanjutan dari implementasi NEFCARE

1.4 Tujuan Penulisan

1. Mengetahui desain dan mekanisme kerja dari NEFCARE sebagai inovasi teknologi kedokteran dalam meningkatkan *quality of life* pada PGK dengan hemodialisis medis.
2. Mengetahui efektivitas NEFCARE sebagai monitor kesehatan dalam meningkatkan *quality of life* pada PGK dengan hemodialisis medis.
3. Mengetahui analisis keberlanjutan dari implementasi sebagai monitor kesehatan dalam meningkatkan *quality of life* pada PGK dengan hemodialisis medis.

1.5 Manfaat Penulisan

1. Masyarakat

Menambah wawasan bagi masyarakat terkait penggunaan telemedicine dan IoT dalam bidang kedokteran yang dapat mempermudah masyarakat dalam mendapatkan pelayanan kesehatan secara efektif dan efisien.

2. Mahasiswa dan Institusi

Penulisan karya tulis ilmiah ini dapat menjadi salah satu wujud dari tri dharma perguruan tinggi yaitu bidang penelitian, dimana gagasan dalam karya tulis ilmiah ini dapat diteliti lebih lanjut dan diimplementasikan secara berkelanjutan.

3. Pemerintah

Menjadi pertimbangan bagi pemerintah dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan, salah satunya dengan memberikan pendanaan bagi pengembangan teknologi kedokteran yang terintegrasi secara IoT.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyakit Ginjal Kronis

Gagal Ginjal Kronis (GGK) merupakan kondisi gangguan fungsi ginjal yang progresif dan tidak dapat pulih kembali, dimana tubuh tidak mampu memelihara metabolisme dan gagal memelihara keseimbangan cairan dan elektrolit (Narsa *et al.*, 2022). GGK disebabkan oleh berbagai kondisi, seperti gangguan metabolik (DM), infeksi (pielonefritis), obstruksi tractus urinarius, gangguan imunologis, hipertensi, gangguan tubulus primer (nefrotoksin) dan gangguan kongenital yang menyebabkan GFR menurun (Desfrimadona, 2016). Pasien gagal ginjal kronis memiliki karakteristik bersifat menetap, tidak dapat disembuhkan dan memerlukan pengobatan berupa, transpalantasi ginjal, dialysis peritoneal, hemodialisis, dan rawat jalan dalam waktu yang lama (Desnauli *et al.*, 2017).

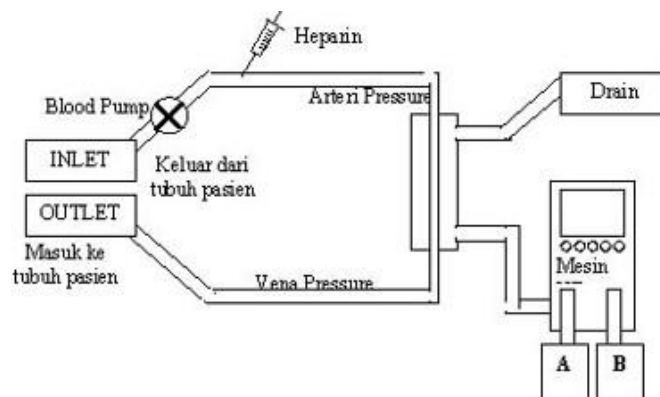
Mekanisme terjadinya gagal ginjal kronis dimulai dari adanya kerusakan pada sebagian nefron yang menyebabkan terjadinya penurunan hipotesa. Bagian nefron yang tetap utuh tetap dapat melakukan mekanisme filtrasi dan reabsorpsi meskipun terdapat penurunan GFR. Adanya adaptasi tersebut memunggiinkan ginjal dapat berfungsi $\frac{3}{4}$ dari nefron yang rusak. Kondisi tersebutlah yang menyebabkan pada pasien gagal ginjal stage awal tidak memiliki gejala yang spesifik. Beban bahan yang harus dilarut menjadi lebih besar daripada yang dapat di reabsorpsi sehingga mengakibatkan dieresis osmotic disertai poliuri dan haus. Selanjutnya, seiring semakin banyak sel-sel nefron yang mengalami kerusakan maka akan terjadi retensi dari produk sisa. Pada kondisi ini pasien mulai mengalami gejala spesifik hingga khusus yang menandakan bahwa fungsi ginjal telah hilang 80-90%. Adanya fungsi renal yang menurun menyebabkan produk akhir metabolisme protein yang normalnya diekskresikan ke dalam urin, tertimbun dalam darah dan jumlahnya akan semakin meningkat seiring keparahan penyakit (Hinkle *et al.*, 2016).

2.2 Hemodialisis

Hemodialisis merupakan terapi pengganti ginjal pada pasien gagal ginjal yang bertujuan untuk menghilangkan sisa toksik, kelebihan cairan dan untuk memperbaiki ketidakseimbangan elektrolit dengan prinsip osmosis dan difusi dengan menggunakan sistem dialisa eksternal dan internal (Wijaya and Putri, 2014).

Melalui hemodialisis dapat menjamin terpeliharanya homeostatis (lingkungan internal yang stabil) pada pasien gagal ginjal kronis yang telah kehilangan fungsi ginjal. Waktu atau lamanya hemodialisis disesuaikan dengan kebutuhan pasien, dimana tiap hemodialisis dilakukan 4-5 jam dengan frekuensi 2 kali seminggu (Nuari and Widayati, 2017). Kelelahan fisik, kekurangan energi serta kelelahan (*fatigue*) merupakan dampak dari hemodialisis dan dialami sekitar 82-90% pasien hemodialisis (Sulistini, 2020).

Hemodialisis memiliki prinsip kerja dialisis yang melibatkan penghilangan zat terlarut melintasi membran semipermeable menuruni gradien konsentrasi melalui dua mekanisme yaitu, molekul kecil memiliki tingkat transpor difusi yang lebih tinggi melalui membran dan jarak bebas konvektif terjadi ketika gaya osmotik air mendorong zat terlarut melalui membran (*solvent drag*). Prosedur dialisis ini menggunakan *highly purified water* dengan natrium, kalium, magnesium, kalsium bikorbinat, klorida, dan dekstrosa sehingga tidak menghasilkan produk limbah dengan berat molekul rendah yang ada dalam darah uremik. Ketika membran semipermeable memisahkan darah uremik dan dialisat, laju fluks zat terlarut dari darah ke dialisat melebihi fluks balik dari dialisat ke darah, sehingga konsentrasi produk limbah permeable dalam dialisat dan darah menjadi sama tanpa adanya pembuangan produk limbah lebih lanjut (Himani *et al.*, 2023). Adapun ilustrasi sederhana dari hemodialisis tercantum pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Ilustrasi Hemodialisis (Himani *et al.*, 2023)

2.3 *Quality of Life* pada Pasien Hemodialisis

Quality of Life merupakan suatu persepsi individu terkait kondisi kehidupannya meliputi, konteks budaya, sistem nilai dan hubungan terhadap tujuan hidup, harapan, standar yang mencakup kondisi kesehatan fisik, status psikologis,

tingkat kebebasan, hingga hubungan sosial dan lingkungan (WHO, 2014). Sejalan dengan hal tersebut, QoL menjadi bagian penting dalam intervensi pelayanan kesehatan sebagai acuan keberhasilan dari suatu tindakan, intervensi atau terapi terutama pada penyakit kronis (Wua *et al.*, 2019). Kondisi ketercapaian QoL juga berlaku khususnya pada pasien hemodialisis dikarenakan terapi tersebut memiliki dampak yang besar terhadap morbiditas, mortalitas, dan sosial ekonomi masyarakat karena biaya perawatan yang cukup tinggi selama pasien menjalani terapi tersebut. Faktor pemicu perubahan kualitas hidup pasien hemodialisis yaitu tekanan fisiologis maupun psikologis selama proses dialisis seperti nyeri, kelelahan, kelemahan, retiksi cairan, gatal, rasa tidak nyaman, keterbatasan aktivitas fisik, biaya perawatan yang tinggi, dan perasaan tidak mampu pasien dalam bertahan hidup dan menjalani pengobatan (Puspitasari *et al.*, 2019).

Gaya hidup yang terencana berhubungan dengan terapi hemodialisa (2-3 kali seminggu selama 3-4 jam) dan adanya pembatasan asupan cairan membuat pasien kehilangan semangat hidupnya dan berujung pada penurunan kualitas hidup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 57.2% pasien yang menjalani hemodialisa mempersepsikan kualitas hidupnya pada tingkat rendah dan 42.8% pada tingkat tinggi (Fadilah *et al.*, 2019). Pasien hemodialisa dengan kualitas hidup yang rendah akan semakin meningkatkan mortalitas dibandingkan populasi normal. Penelitian oleh Fadilah *et al* (2019) juga menyebutkan bahwa sebagian besar responden yang menjalani hemodialisis menyatakan bahwa penyakit yang dideritanya mempengaruhi aktivitas fisik dan pekerjaan, sehingga timbul perasaan bahwa dirinya beban bagi keluarga karena kondisi fisik dan *financial* yang lemah. Selain itu, melemahnya kondisi fisik dan gejala yang dirasakan berpengaruh terhadap kualitas tidur pasien sebesar 58,3% sebagai salah satu indikator belum maksimalnya kualitas hidup pasien penyakit ginjal kronik. Oleh karena itu, kemampuan koping pasien hemodialisis pada dimensi fisik dan psikologis merupakan hal yang harus diperhatikan untuk dapat meningkatkan kualitas hidup pasien.

2.4 Implementasi IoT pada Pasien Hemodialisis

Internet of Things (IoT) merupakan sistem “Smart Device” yang dapat menghubungkan dan melakukan komunikasi dengan *users* dan sistem lainnya, sehingga dapat mengintegrasikan data ke dalam sistem komputerisasi secara efisien

(Dhingra *et al.*, 2019). Sejauh ini, pengembangan IoT pada pasien hemodialisis terbatas pada *web development* yang dilakukan oleh Sahifa *et al* (2020), menggunakan WiFi dan MQTT yang dapat menampilkan nilai tekanan darah, aliran darah, temperature dialisat, dan konduktivitas cairan dialisat pada ThingsBoard. Mengembangkan dari penelitian sebelumnya, inovasi NEFCARE didesain lebih minimalis dan berbasis pada aplikasi android yang dikonsepskan sebagai *telemedicine* terintegrasi *smart bracelet* dilengkapi sensor suhu, tekanan darah, aktivitas fisik, detak jantung, dan gula darah.

BAB III

METODE PENULISAN

3.1 Metode Pendekatan Penulisan

Metode pendekatan merupakan metode dasar berdasarkan ilmu pengetahuan untuk menyelesaikan suatu masalah tertentu. Pada penulisan karya tulis ilmiah ini, penulis menggunakan studi kasus mendalam terkait rendahnya *quality of life* pada pasien ginjal kronis (PGK) yang menjalani hemodialisis. Karya Tulis Ilmiah (KTI) ini menerapkan penulisan secara deskriptif yang bersifat eksploratif dengan pendekatan secara kuantitatif dan kualitatif.

3.2 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah studi literatur. Studi literatur adalah salah satu desain penelitian yang digunakan dalam mengumpulkan, mengkaji teori, serta menelaah sumber-sumber literatur yang sesuai dan berhubungan dengan teori yang akan dibahas. Studi literatur bertujuan untuk menjelaskan dan menggambarkan isi atau informasi berdasarkan sumber yang diperoleh (Ali *et al.*, 2022). Studi literatur dilakukan dengan mengkaji dan menganalisis jurnal dari berbagai sumber, seperti *Jane Biosemantics*, *Springer*, *Google Scholar*, *Proquest*, *PubMed*, *ScienceDirect*, *PubMed*, dan *Cambridge Journals*.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 April sampai 1 Mei 2024 selama 30 hari. Penelitian ini dilaksanakan secara *hybrid* meliputi proses studi literatur, diskusi dan kajian, serta analisis data dan sumber informasi.

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi

Populasi merupakan keseluruhan objek penelitian yang dapat dilakukan dan subjeknya tidak terlalu banyak (Amin *et al.*, 2023). Populasi dalam penelitian ini adalah pasien gagal ginjal kronis (PGK) yang menjalani hemodialisis.

3.4.2 Sampel

Sampel merupakan sebagian objek yang memiliki karakteristik untuk mewakili suatu populasi (Amin *et al.*, 2023). Sampel dalam penelitian ini adalah jurnal-jurnal penelitian yang memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Kriteria Inklusi
 - a. Jurnal yang terbit dalam 10 tahun terakhir atau dalam rentang 2014-2024, baik dalam Bahasa Indonesia maupun Bahasa Inggris.
 - b. Jurnal penelitian memiliki bagian lengkap (*full text*)
2. Kriteria Eksklusi
 - a. Jurnal yang terbit lebih dari 10 tahun terakhir atau kurang dari tahun 2014.
 - b. Jurnal penelitian yang tidak memiliki bagian lengkap

3.4.3 Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini adalah jurnal-jurnal penelitian yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, jurnal diperoleh dari beberapa sumber seperti *Jane Biosemantics*, *Springer*, *Google Scholar*, *Proquest*, *PubMed*, *ScienceDirect*, *PubMed*, dan *Cambridge Journals*, laptop untuk menganalisis data dan menyusun hasil karya tulis, *google meet* untuk berdiskusi hal-hal terkait dengan penelitian, serta kuota internet sebagai komponen jaringan dalam melakukan penelitian.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan karya tulis ilmiah ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka
Serangkaian kegiatan yang dilakukan dengan mengumpulkan data pustaka, membaca, mencatat, serta mengolah hasil penelitian sebelumnya.
2. Studi Dokumentasi
Serangkaian kegiatan yang dilakukan dengan membaca artikel, laporan, dan penelitian sebelumnya yang sesuai dengan permasalahan yang dikaji serta bersumber dari *electronic database* yang mencakup: *Jane Biosemantics*, *Springer*, *Google Scholar*, *Proquest*, *PubMed*, *ScienceDirect*, *PubMed*, dan *Cambridge Journals*.

3.6 Teknik Analisis Data

Penulis menganalisis data yang diperoleh dengan metode analisis deskriptif secara kualitatif dan kuantitatif. Data yang diperoleh kemudian disusun sehingga mempermudah pembahasan masalah-masalah yang ada. Proses analisis data yang

dilakukan dalam penulisan ini terjadi secara integrasi dan interaktif, yang terdiri dari:

1. Pengumpulan data
2. Reduksi data
3. Penyajian data
4. Pemaparan dan penegasan kesimpulan

3.7 Timeline Penulisan

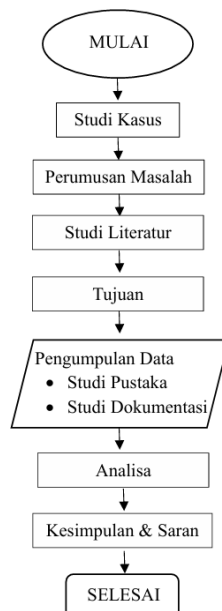
Timeline penulisan pada karya tulis ilmiah ini tercantum pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Timeline Penulisan KTI

Kegiatan	April			
	I	II	III	IV
Studi Kasus				
Studi Literatur				
Pengumpulan Data				
Analisis Data				
Kesimpulan				

3.8 Alur Penulisan

Alur penulisan hasil studi yang dilampirkan pada karya tulis ilmiah ini tercantum pada **Gambar 2** berikut.

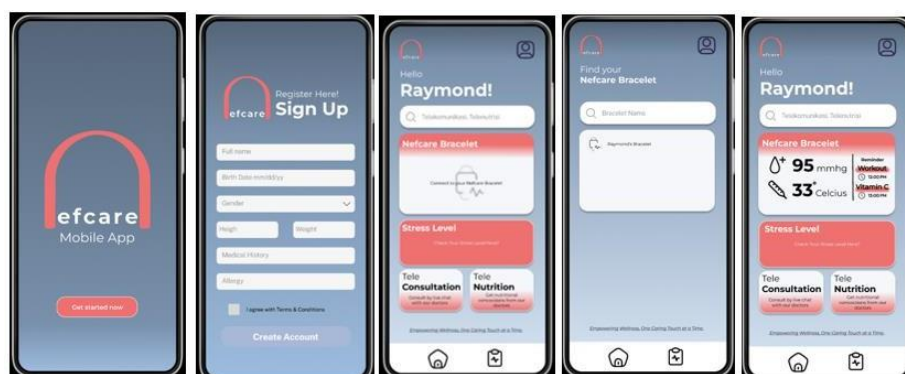


Gambar 2. Alur Penulisan Karya

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Desain dan Mekanisme Kerja NEFCARE

Mobile application NEFCARE dirancang dengan menghadirkan 3 fitur utama yaitu telekonsultasi, telemonitoring, dan telenutrition. Fitur telekonsultasi dan telenutrition ditujukan supaya pasien dapat melakukan konsultasi dengan dokter dan ahli gizi secara rutin atau pada kondisi tertentu melalui *mobile application* sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu pengobatan. Fitur ini juga dilengkapi dengan layanan janji temu dengan dokter dan ahli gizi secara *offline*, sehingga pasien tidak perlu lama mengantri di Rumah Sakit. Biodata dan rekam medis pasien pada profil aplikasi hanya dapat diisi dan diakses oleh dokter, perawat, atau ahli gizi yang bertugas. Sedangkan jika pasien melakukan kontrol kesehatan langsung dengan dokter, maka dokter atau petugas kesehatan lainnya dapat dengan cepat mengakses perkembangan dan kepatuhan pasien dengan memindai kode QR di profil pasien. Selain itu, pada fitur telenutrition juga tersedia rekomendasi menu yang dapat diadaptasi oleh pasien PGK ketika rawat jalan. Selanjutnya, fitur telemonitoring ditujukan untuk membangun kebiasaan sehat pasien yang dibimbing langsung oleh professional tenaga medis. Selain itu, melalui fitur ini pasien dapat mengatur dan menjadwalkan waktu makan dan minum, istirahat, konsumsi obat, dan aktivitas fisik yang terintegrasi dengan *smart bracelet*. Terakhir, terdapat fitur cek kondisi stress yang dapat diisi oleh pasien sewaktu-waktu, supaya pasien dapat prepare terhadap kondisi psikologis yang dimiliki. Adapun *prototype mobile application* NEFCARE terlampir pada **Gambar 3** berikut dengan desain lengkap tertera pada **Lampiran 1**.





Gambar 3. NEFCARE App Features Design

Selanjutnya, *smart bracelet* yang terhubung dengan mobile aplikasi NEFCARE ini didesain dengan desain yang simpel dan minimalis berbahan rubber yang tahan air, lentur, dan tidak menimbulkan radiasi. *Smart bracelet* ini dilengkapi dengan 4 alarm (waktu aktivitas fisik, waktu tidur, waktu minum obat, dan waktu makan) dan 3 sensor yaitu sensor parameter suhu, tekanan darah, dan gula darah sebagai prediktor awal infeksi, hipertensi, dan diabetes yang ditujukan untuk mencegah komplikasi pada pasien PGK. Adanya pengembangan dari *smart bracelet* ini dilatarbelakangi oleh banyaknya kasus pasien yang lalai dalam memperhatikan kesehatan akibat aktivitas sehari-hari, sehingga sering tidak tepat waktu untuk berolahraga, istirahat, minum obat, dan makan. Lebih lanjut, penambahan penmabahan ketiga sensor tersebut memiliki mekanisme kerja, dimana lampu sensor akan menyala apabila pasien dalam kondisi darurat. Melalui sensor ini memungkinkan pasien untuk segera mengenali situasi dan memberikan pertolongan pertama berdasarkan saran dokter. Adapun *prototype smart barcelet* NEFCARE terlampir pada **Gambar 4** berikut dengan display lengkap tercantum pada **Lampiran 2**.



Gambar 4. NEFCARE Smart Bracelet Design

Inovasi smart bracelet dirancang menggunakan sensor suhu DHT22, sensor detak jantung MAX30102, sensor glukosa darah non-invasif dan tekanan darah digital, serta accelerometer MPU6050 sebagai pemantau aktivitas fisik pasien. 1) sensor suhu DHT22 menggunakan prinsip perubahan resistansi atau tegangan untuk mengukur suhu, dimana ketika suhu naik, resistensi atau tegangan pada sensor juga akan berubah; 2) sensor glukosa darah non-invasif menggunakan cahaya inframerah atau enzim glukosa oksidase untuk mendeteksi perubahan dalam cahaya yang dihasilkan oleh interaksi dengan glukosa dalam darah; 3) sensor tekanan darah digital memiliki mekanisme kerja *based on oscilometric technology*; 4) sensor MAX30102 memiliki mekanisme kerja menggunakan teknologi fotoplethysmography (PPG) untuk mengukur detak jantung dan oksigen dalam darah (SpO₂). Cahaya inframerah dipancarkan melalui jari atau kulit, dan kemudian mendeteksi jumlah cahaya yang dipantulkan kembali untuk mengukur detak jantung dan SpO₂.

4.2 Efektivitas NEFCARE dalam Meningkatkan *Quality of Life* Pasien PGK

Studi terkait implementasi NEFCARE pada pasien hemodialisis menunjukkan hasil yang menjanjikan. Adanya inovasi NEFCARE dinilai lebih efektif dan efisien dalam meningkatkan pasien untuk rutin konsumsi obat, berolahraga, *aware* terhadap glukosa darah dan tekanan darah melalui reminder dari sensor *smart bracelet*. Selain itu, adanya telenutrition dan reminder terkait waktu makan dan minum memberikan dampak positif signifikan dalam meningkatkan kualitas pola makan pada pasien hemodialisis. Terakhir, adanya prediksi tingkat stress mampu menjadi alarm tersendiri bagi pasien untuk lebih relax dan melakukan coping yang tepat. Melalui pola hidup yang membaik, besar harapan kondisi tersebut akan sejalan dengan kualitas hidup pasien hemodialisis yang meningkat serta motivasi untuk menjalani pengobatan tetap terjaga. Adapun hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan inovasi NEFCARE tercantum pada **Tabel 4.1** berikut.

Tabel 4.1 Studi Efektivitas NEFCARE dalam Meningkatkan QoL pasien PGK

<i>Study Results</i>	<i>References</i>
Telenefrologi berbasis konsultasi mengalami peningkatan tingkat kehadiran sebesar 90% dan sebanyak	(Venuthurupalli <i>et al.</i> , 2018)

98% pasien menerima dan merekomendasikan telekonsultasi ini (Venuthurupalli <i>et al.</i> , 2018) untuk dilanjutkan. Penggunaan telekonsultasi juga memberikan edukasi kepada pasien mengenai RRT (<i>Renal Replacement Therapy</i>) sebelum cuci darah. Adanya telekonsultasi ditemukan angka kematian yang rendah yaitu 4,5 kasus per 100 pasien vs 5,3 kasus per 100 pasien.	
54% dari total pasien PGK dengan hipertensi yang menggunakan layanan telekonsultasi kesehatan seluler di India mencakup panggilan video aplikasi Skype dengan dokter, sehingga mencapai target status pengendalian tekanan darah. Terdapat penurunan tekanan darah sebesar 6,5 mmHg ($p < 0,001$) pada pasien PGK dengan riwayat hipertensi dan penurunan tekanan darah sebesar 18,1 mmHg ($p < 0,001$) pada pasien dengan hipertensi yang baru terdeteksi.	(Dandge, Jeemon and Reddy, 2019)
Telekonsultasi dapat membangun hubungan yang baik antara pasien dan dokter urologi. Sebanyak 94 pasien (89,5%) menyatakan permasalahan kesehatan yang dialaminya dapat teratasi. Berdasarkan skor TSQ (<i>Telemedicine Satisfaction Questionnaire</i>), sebanyak 88 pasien (83,8%) menyatakan memiliki pengalaman memuaskan yang dibuktikan dengan skor TSQ > 56.	(Pinar <i>et al.</i> , 2020)
Telenefrologi secara signifikan mengurangi biaya transportasi dibandingkan dengan kelompok kontrol (USD 18,99 $\pm$ 7,25 vs USD 8,29 $\pm$ 6,84; $p < 0,001$).	(Tan <i>et al.</i> , 2018)
Pasien kelompok intervensi yang menerima telekonsultasi melalui telepon atau pesan teks dengan spesialis untuk memantau pola makan dan pengobatan pasien memiliki kadar kolesterol LDL plasma yang jauh lebih rendah (93,1 mg/dL vs 110 mg/dL, $p < 0,001$) dan	(Cheng and Kao, 2021)

perbedaan GD2JPP dan tingkat PDB (12,8 mg/dL vs 65,4mg/dL, $p<0,001$) dibandingkan dengan pasien kontrol.	
Penggunaan telemonitoring jangka panjang selama 54 bulan efektif memantau pasien PGK dengan hipertensi yang tidak terkontrol. Pasien pada kelompok intervensi telemonitoring (222 pasien) diberikan bimbingan penggunaan sphygmomanometer otomatis dan diminta memberikan data tekanan darah TDS/TDD sebanyak 6 kali sehari (3 pagi dan 3 sore). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasien dengan telemonitoring memiliki tekanan darah yang jauh lebih rendah dan terkontrol dibandingkan kelompok kontrol setelah pemantauan 6, 12, 18, dan 54 bulan ($P<0,05$).	(Margolis <i>et al.</i> , 2018)
Telemonitoring PGK disertai diabetes menggunakan pemantauan glukosa jarak jauh disertai konsultasi videoconferencing memberikan efek klinis yang baik pada pasien diabetes tipe 2. Pasien dalam kelompok intervensi telemonitoring (225 pasien) menunjukkan penurunan konsentrasi HbA1c yang signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol (-0,81% pada kelompok telemonitoring vs -0,66% pada kelompok kontrol, $P<0,001$). Selain itu, 38% pasien pada kelompok telemonitoring juga berhasil mencapai target kadar HbA1c $<7,0\%$ dibandingkan 28,7% pada kelompok kontrol.	(Jeong <i>et al.</i> , 2018)
Telenutrisi efektif untuk meningkatkan HbA1c, kontrol glikemik, dan secara signifikan dapat meningkatkan parameter kesehatan lainnya seperti skor kualitas hidup.	(De Groot <i>et al.</i> , 2021)
Telemonitoring pada pasien PGK berpotensi menurunkan angka kematian. Pasien akan dipantau secara real-time untuk kecukupan beraktivitas fisik dan istirahat setiap	(Franke <i>et al.</i> , 2016)

hari. Terbukti tingkat kepatuhan pasien meningkat signifikan dibandingkan kontrol (24,2 vs 19,6 menit).	
Pemanfaatan telekonsultasi untuk perawatan paliatif berbasis rumah bagi pasien PGK atau <i>home-focused therapy</i> dapat menjembatani jarak antara rumah pasien dengan fasilitas kesehatan, memberikan pandangan unik bagi petugas kesehatan mengenai kehidupan sehari-hari pasien selama perawatan paliatif, dan jangka panjang. interaksi dapat meningkatkan hubungan kepercayaan antar pasien. dan dokter.	(Van Gurp <i>et al.</i> , 2015)

4.3 Analisis Keberlanjutan NEFCARE

4.3.1 SWOT Analisis

Analisis keberlanjutan NEFCARE didasarkan pada kelayakan produk untuk diimplementasikan di lapangan didasarkan pada analisis SWOT produk yang berfokus pada *novelty* inovasi. Analisis SWOT dari NEFCARE tercantum pada **Tabel 4.2** berikut.

Tabel 4.2 Analisis SWOT NEFCARE

Strength	Weakness
- Konsep <i>telemedicine</i> yang tidak hanya berisikan konsultasi dokter, namun juga berisi telemonitoring dan telenutrition - NEFCARE merupakan integrasi antara <i>smart bracelet</i> dengan <i>mobile application</i> - Dirancang dengan sensor dan penggunaan secara real time - Tidak hanya berfokus meningkatkan kondisi fisiologis, namun juga psikologis pasien	Produk baru dan belum dikenal masyarakat

• <i>Smart bracelet</i> nyaman digunakan karena dirancang menggunakan <i>rubber</i> dan mudah disetting sesuai anjuran professional medis	
Opportunities	Threats
• Prevalensi pasien hemodialisis yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya • Sejalan dengan program pemerintah dalam menurunkan kasus pasien PGK dan hemodialisis serta meningkatkan kualitas hidup pasien hemodialisis • Semakin berkembangnya teknologi kedokteran • Adanya keinginan pasien untuk dapat meningkatkan kualitas hidupnya	• Mindset pasien hemodialisis yang sudah menyerah dengan kondisi kesehatan yang dimiliki

4.3.2 Timeline Pengembangan

Pengembangan dan implementasi inovasi ini diperlukan rancangan strategi yang realistis untuk mempermudah penulis mencapai target disetiap tahunnya. Tahapan yang telah tertuang dalam karya tulis ini tergolong tahap penemuan produk dan *prototype* secara garis besar. Adapun strategi pengembangan NEFCARE tercantum pada **Tabel 4.3** berikut.

Tabel 4.3 Timeline Pengembangan NEFCARE

2024	2025	2026
• Analisis kebutuhan pengguna • Analisis kebutuhan sistem	• Testing I • Perbaikan <i>User Interface</i> dan coding	• Pengenalan produk NEFCARE skala provinsi, Jawa Timur

• Desain model NEFCARE (<i>smart bracelet</i> dan <i>mobile application</i>) • Desain <i>User Interface</i> • Pengajuan proposal kerjasama dengan stakeholder • Coding/Implementasi	• berdasarkan hasil uji coba I • Pengajuan paten • Percobaan lapangan dan pengenalan inovasi dengan mitra unit hemodialisis RS Brawijaya, Kota Malang • <i>Maintenance</i> produk inovasi NEFCARE • Evaluasi	• Kolaborasi dengan Kementerian Kesehatan • <i>Maintenance</i> dan evaluasi efektivitas NEFCARE • Stabilisasi sistem NEFCARE • Pengembangan NEFCARE
2027		2028
• Pengenalan produk NEFCARE skala nasional • Integrasi NEFCARE dengan program pemerintah dan Rumah Sakit tipe B		• Integrasi NEFCARE dengan Rumah Sakit tipe A • Pengenalan produk skala global

Mengacu pada timeline yang tercantum diatas, terlihat bahwa implementasi produk skala nasional terbilang cukup lama. Kondisi tersebut dilatarbelakangi karena inovasi NEFCARE ini menitikberatkan pada efektifitas dari implementasi inovasi dan pengajuan paten NEFCARE difokuskan pada peningkatan kualitas hidup pasien hemodialisis yang mana hal tersebut terbilang *crusial* berkaitan dengan mortalitas. Perkembangan kualitas dari NEFCARE akan meningkat seiring dengan bertambahnya pengujian lapang yang akan dilakukan pada tahun kedua (2025). Selanjutnya, pengajuan dana dan stakeholder dilakukan pada tahun pertama (2024) untuk memastikan keamanan dari keberlanjutan inovasi NEFCARE.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Sebagai upaya ketahanan dalam menghadapi tantangan kualitas hidup pasien PGK dengan hemodialisis, maka diperlukan inovasi dalam pelayanan kesehatan berupa telemedicine yang terintegrasi secara IoT pada *smart bracelet*. Pemanfaatan layanan telemedis pada pasien PGK dengan hemodialisis berupa telekonsultasi, telemonitoring, dan intervensi telenutrisi yang terintegrasi *smart bracelet* dapat meningkatkan kualitas hidup, meningkatkan outcome, dan menurunkan angka kematian pada pasien.

5.2 Saran

Melihat potensinya, inovasi NEFCARE direkomendasikan untuk diterapkan agar dapat menjadi langkah ketahanan kesehatan di Indonesia. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan NEFCARE pada pasien penyakit ginjal kronis dengan hemodialisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alotaibi, M., El Saddik, A., & Youssef, A. M. (2019). IoT-Based Healthcare Monitoring Systems: A Survey. *Sensors*, 19(7), 1557.
- Cappon, G., Accardo, A., Vadalà, G., Rundo, F., Zappia, C., & Lombardo, C. (2020). IoT-Based Blood Glucose Monitoring System for Diabetes Management. *Sensors*, 20(23), 6870.
- Cheng, P.-C. and Kao, C.-H. 2021 'Telemedicine assists in the management of proatherogenic dyslipidemia and postprandial glucose variability in patients with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study', *Endocrine Connections*, 10(7), pp. 789–795. doi: 10.1530/ec 21-0209.
- Choudhury, A., Mukherjee, S., & Ghosh, S. K. (2019). Internet of Things in Healthcare: A Comprehensive Study. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(12), 4571–4596.
- Cole, J.B. And Florez, J.C., 2020. Genetics Of Diabetes Mellitus and Diabetes Complications. *Nature Reviews Nephrology*, 16(7), Pp.377-390.
- Hanckel, B., Petticrew, M., Thomas, J., & Green, J. 2021. The use of Qualitative Comparative Analysis (QCA) to address causality in complex systems: a systematic review of research on public health interventions. *BMC public health*, 21(1), 1-22.
- Jeong, J. Y. et al. (2018) 'Smart Care Based on Telemonitoring and Telemedicine for Type 2 Diabetes Care: Multi-Center Randomized Controlled Trial', *Telemedicine and e-Health*, 24(8), pp. 604–613. doi: 10.1089/tmj.2017.0203.
- Kumar, P., Lee, W. J., & Oh, H. (2020). IoT-Based Healthcare Systems Using Wearable Sensors: A Review. *Sensors*, 20(12), 3466.
- Ma, L., & Fu, H. (2020). Exploring the influence of project complexity on the mega construction project success: a qualitative comparative analysis (QCA) method. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(9), 2429-2449.
- Margolis, K. L. et al. (2018) 'Long-term Outcomes of the Effects of Home Blood Pressure Telemonitoring and Pharmacist Management on Blood Pressure Among Adults Uncontrolled With Hypertension: Follow-up of a Cluster

- Randomized Clinical Trial', JAMA network open, 1(5), p. e181617. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.1617.
- Oguntibeju, O.O., 2019. Type 2 Diabetes Mellitus, Oxidative Stress and Inflammation: Examining the Links. *International Journal of Physiology, Pathophysiology and Pharmacology*, 11(3), P.45.
- Pinar, U. et al. (2020) 'Preliminary assessment of patient and physician satisfaction with the use of teleconsultation in urology during the COVID-19 pandemic', *World Journal of Urology*, 39(6), pp. 1991–1996. doi: 10.1007/s00345-020-03432-4.
- Rahmani, A. M., Thanigaivelan, N. K., Gia, T. N., Granados, J., Negash, B., & Alelaiwi, A. (2018). Smart e-Health Gateway: Bringing Intelligence to Things Based Internet-of Ubiquitous Healthcare Systems. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9(2), 281–297.
- Rajan, R., Kaur, M., & Khosla, A. (2019). IoT-Based Continuous Glucose Monitoring System for Diabetes Mellitus: An Analysis of Challenges and Solutions. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(12), 4553–4570.
- Sabesan, S. et al. (2014) 'A tele-oncology model replacing face-to-face specialist cancer care: Perspectives of patients in North Queensland', *Journal of Telemedicine and Telecare*, 20(4), pp. 207–211. doi: 10.1177/1357633X14529237.
- Tan, J. et al. (2018) 'Telenephrology: Providing Healthcare to Remotely Located Patients with Chronic American Kidney Disease', *Journal of Nephrology*, 47(3), pp. 200–207. doi: 10.1159/000488004.
- Wijayanti, R. P., & Wijaya, A. B. (2020). Peran Internet of Things (IoT) dalam Pemantauan Diabetes Mellitus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health)*, 18(1), 9-19.
- Wild, S. H. et al. (2016) 'Supported Telemonitoring and Glycemic Control in People with Type 2 Diabetes: The Telescot Diabetes Pragmatic Multicenter Randomized Controlled Trial', *PLoS Medicine*, 13(7), pp. 1–16. doi: 10.1371/journal.pmed.1002098.