

DOKUMEN TEKNIS PROPOSAL PRODUK

Pendahuluan

1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Dokumen ini berisikan uraian proposal proyek pengembangan *Semi-Automatic Medical Syringe Pump Development: Interface, Control, Alarm and Feedback*. Kajian kelayakan pengembangan produk ditinjau dari sisi teknis, ekonomis dan strategis. Dokumen ini digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan proyek dan pengerjaan produk *syringe pump* yang direncanakan.

1.2 Tujuan Penulisan, Aplikasi dan Fungsi Dokumen

Dokumen ini berlaku untuk pengembangan produk *syringe pump* untuk:

- 1) Sebagai gambaran umum dari segi teknis maupun non-teknis tugas akhir yang dikerjakan.
- 2) Memastikan kelayakan tugas akhir, baik dari segi teknis, biaya, waktu maupun strategis.
- 3) Menjadi catatan proses pengerjaan dan revisi yang dilakukan.

Proposal ini diajukan kepada dosen pembimbing tugas akhir dan tim tugas akhir Program Studi Teknik Elektro UMN sebagai bahan penilaian mata kuliah Metodologi Penelitian dan Skripsi.

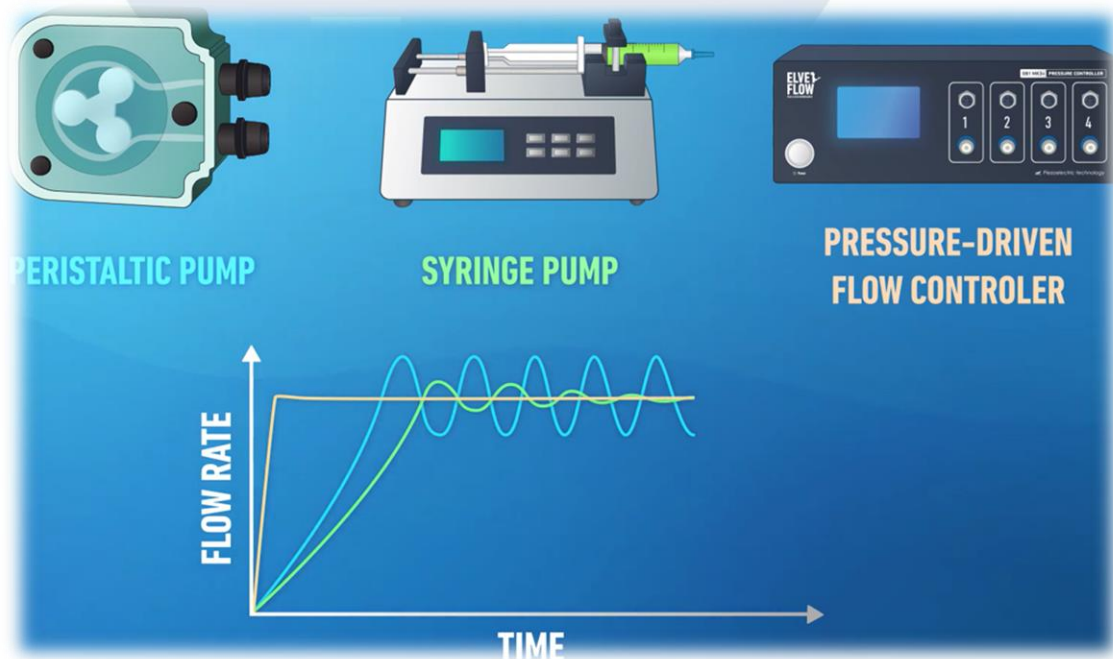
Proposal Pengembangan Produk

2.1 Pendahuluan

Salah satu bagian dari proses penyembuhan seorang pasien yang diobati di rumah sakit adalah kegiatan rawat inap. Rawat inap adalah istilah proses perawatan pasien di rumah sakit oleh tenaga kesehatan profesional. Biasanya penyakit yang dialami membutuhkan pengobatan secara teratur dan perlu diamati oleh petugas kesehatan secara bertahap/berkala. Beberapa langkah yang dijalankan oleh petugas kesehatan ketika rawat inap antara lain observasi, diagnosa, pengobatan, perawatan, dan rehabilitasi. Rawat inap begitu penting karena tidak semua penyakit dapat diobati secara instan.

Dalam satu proses pengobatan rawat inap, petugas kesehatan perlu secara berkala memberikan obat kepada pasien, bisa berbentuk obat padat atau cair. Jika tidak diobati secara berkala, bisa memberatkan kondisi pasien. Salah satu cara memberikan obat cair adalah dengan metode injeksi. Metode injeksi biasa dilakukan secara manual oleh petugas menggunakan suntik.

Proses injeksi adalah prosedur umum yang termasuk dalam tahap pengobatan manusia. Injeksi dilakukan untuk memindahkan obat cair ke peredaran darah manusia. Misalnya pada proses rawat inap di rumah sakit, perlu disertakan dengan injeksi IV atau pada proses pembedahan langsung maupun berjarak, membutuhkan cairan anestesi secara konstan dengan dosis yang cukup agar pasien tidak merasakan sakitnya. Ada banyak alat yang dapat menghantarkan injeksi ini seperti *peristaltic pump*, *syringe pump*, dan *pressure driven pump*. Setiap alat memiliki respon waktu yang berbeda terhadap *flowrate*-nya.



Gambar 1. 1 Grafik komparasi respon waktu terhadap *flowrate* dari *peristaltic pump*, *syringe pump*, dan *pressure driven pump*.

Dalam masa pandemi ini, beban kerja dari petugas kesehatan melonjak akibat banyaknya pasien yang menderita virus COVID-19 yang masuk ke dalam rumah sakit. Pun, sebelum pandemi beban kerja petugas sudah cukup tinggi. Beban kerja yang tinggi bisa mengakibatkan petugas kesehatan tidak teliti dan tidak efisien dalam

menjalankan tugasnya. Sehingga untuk menyelesaikan masalah demikian, rumah sakit biasanya menyediakan alat injeksi otomatis yang bisa berjalan berlanjut dengan sekali diberikan perintah ketika ingin digunakan. Dengan demikian beban kerja petugas kesehatan bisa diringankan. Tentunya proses injeksi pengobatan secara otomatisnya adalah alat-alat injeksi berkala yang disebutkan di atas.

Juga didapatkan, kebutuhan untuk alat kesehatan melonjak akibat banyaknya pasien pandemi COVID-19, termasuk alat-alat injeksi. Salah satu kebutuhan alat injeksi kesehatan yang naik adalah *syringe pump*. Dalam proposal ini akan dijelaskan secara teknis cara kerja SP.

Alat *syringe pump* menerima masukan dari modul *keypad*, kemudian diproses menjadi masukan bagi aktuator untuk mendorong suntik. Keluaran suntik adalah laju alir/debit dari obat cair. Umumnya keluaran sistem SP diukur berdasarkan perputaran aktuator (motor). Sistem seperti itu tidak mempertimbangkan keluaran dari suntik sehingga bisa muncul masalah pada keluarannya. Contohnya pada *syringe pump* KSP-B100 yang didesain untuk infusi dengan volume rendah, alat tidak mempertimbangkan keluaran sebagai masukan, yaitu tidak dapat mengetahui apakah keluaran sedang mengalami kendala, misalnya penggelembungan udara dalam saluran injeksi. Dampaknya kepada pasien yaitu dapat mengalami gagal pengobatan, tidak sadar sudah berhenti menerima medikasi akibat penggelembungan, atau bisa mengalami kematian akibat masuknya udara dalam pembuluh darah arteri yang masuk ke jantung atau otak.

Maka dari itu, proposal ini bertujuan mengembangkan solusi dalam bentuk sebuah sistem SP yang disertakan dengan modul sensor *photodiode* yang dapat memberikan *feedback* agar keluaran dari suntik dapat dijadikan masukan untuk sistem serta menyediakan pengingat untuk pengguna bahwa terjadi kendala penggelembungan pada keluarannya. *Feedback* tersebut dibaca oleh sebuah sensor secara *real time*. Mikrokontroler kemudian memproses *feedback*, memberikan masukan kepada sistem untuk memberitahukan kepada pengguna lewat sebuah alarm.

Berdasarkan Gambar 1.1, respon waktu SP lebih lama dan sedikit tidak stabil dibandingkan *pressure driven pump* ketika mencapai *steady state*. Maka pada

proposal ini, SPICAF dikembangkan dengan respon yang bersifat kontinu dengan cara mengkalibrasi motor agar respon lebih stabil sebelum mencapai *steady state*.

Solusi ideal pada umumnya yang digunakan oleh peneliti lain ketika ingin mendeteksi penggelembungan udara dalam saluran adalah menggunakan *bubble sensor* yang bisa mendeteksi gelembung udara. Ada 2 basis yang digunakan oleh *bubble sensor*, yaitu basis sensor ultrasonik atau menggunakan sensor kapasitif. Sensor ultrasonik memiliki dua metode kerja untuk mendeteksi gelembung udara: transmisi sinyal gelombang dipancarkan *transducer* kemudian diterima oleh *receiver* atau transmisi gelombang sinyal dipancarkan *transducer* kemudian dipantulkan oleh cairan ke *transducer* awal. Kedua metode tersebut dipengaruhi keberadaan gelembung udara, karena dapat mengubah nilai kecepatan, atenuasi, serta pemencaran sinyal gelombang ketika dibaca oleh sensor. Sedangkan sensor kapasitif bekerja dengan mengukur nilai kapasitansi di dalam saluran. Tentu nilai kapasitansi udara dan cairan berbeda ketika dibaca sensor ini. Kelebihan dari solusi ini adalah metode ini sangat akurat untuk mendeteksi gelembung setelah dikalibrasi. Berikut adalah contoh modul *bubble sensor*.



Gambar 1. 2 *Bubble sensor* untuk mendeteksi darah *Extracorporeal*.

Untuk solusi terapan, akan menggunakan sensor *photodiode* yang bekerja memancarkan cahaya ke dalam saluran. Sinyal cahaya dipancarkan oleh sebuah LED dan diterima oleh sebuah *photosensitive/resistive diode*. Cahaya yang melewati cairan akan memiliki nilai intensitas yang rendah dibandingkan udara yang bersifat transparan. Solusi ini sudah terbukti dari *paper* lain, yaitu dengan nama metode *photoelectric*. Berikut adalah gambar modul sensor *photodiode* yang akan digunakan beserta spesifikasinya.



Gambar 1. 3 Modul sensor *photodiode*.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Cell resistance	1000 LUX	-	400	-	Ohm
	10 LUX	-	9	-	K Ohm
Dark Resistance	-	-	1	-	M Ohm
Dark Capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise Time	1000 LUX	-	2.8	-	ms
	10 LUX	-	18	-	ms
Fall Time	1000 LUX	-	48	-	ms
	10 LUX	-	120	-	ms
Voltage AC/DC Peak		-	-	320	V max
Current		-	-	75	mA max
Power Dissipation				100	mW max
Operating Temperature		-60	-	+75	Deg. C

Tabel 1. 1 Spesifikasi sensor *photodiode*.

2.2 Konsep Desain

SP berfungsi untuk memindahkan obat cair ke peredaran darah manusia. Oleh karena itu, komponen utamanya adalah suntik yang bekerja dengan cara ditekan. Tekanan tersebut mendorong cairan dalam suntik untuk keluar. Proses ini dikerjakan oleh sebuah mekanisme *lead-screw* yang dapat mengubah gerak rotasi menjadi gerak translasi. Gerak rotasi diambil dari pergerakan *servo motor* yang terhubung dengan mikrokontroler. Respon dari motor akan dibuat kontinu. Sebagai masukan, mikrokontroler disambungkan dengan *keypad* dimana dapat diberi masukan oleh pengguna sesuai yang dibutuhkan.

Selain gerak menekan suntik, SPICAF dilengkapi dengan alarm yang dihubungkan dengan mikrokontroler sebagai pengingat jika terjadi masalah dalam pengoperasiannya. SPICAF yang dikembangkan juga dilengkapi LCD yang berfungsi memperlihatkan hasil kalkulasi serta operasi yang sedang dijalankan oleh sistem. Sensor yang ditempatkan setelah keluaran suntik bertugas membaca cairan yang sedang keluar. Sensor *photodiode* digunakan untuk membedakan antara udara dengan

cairan apabila terjadi penggelembungan udara dalam saluran. Untuk mengukur kecepatan alir cairan, diukur berdasarkan kecepatan rotasi dari motor.

Sebagai tambahan, alarm juga dilengkapi fitur pengingat, beberapa diantaranya apabila daya akan habis dan proses injeksi sudah selesai. Fitur *history* untuk menyimpan data masukan agar data bisa dicatat dan diolah. Tambahan ini bisa dicapai dalam program secara *software*. Sebagian dari produk seperti rangka, *hardware*, dan perangkat mekanis akan dibuat melalui proses *3D printing* dan menggunakan bahan-bahan yang sudah tersedia.

2.2.1 Konfigurasi Umum

SPICAF terdiri dari beberapa modul mandiri yang terhubung ke program sistem. Modul-modul yang berperan dalam menjalankan fungsi SP adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler

Mikrokontroler mengatur alur program serta menerima komunikasi dari modul lainnya. Mikrokontroler akan diisi *software* untuk menjalankan program-program tiap modulnya. *Software* pada modul ini adalah program sistem.

- *Keypad*

Keypad adalah modul yang berfungsi menerima masukan dari pengguna. Tombol-tombol berisi angka digunakan untuk menerima masukan berupa angka, sedangkan tombol berisi simbol akan digunakan untuk membuat pernyataan lainnya.

- LCD

Liquid Crystal Display adalah modul yang berfungsi menampilkan data-data beserta hasil kalkulasi dan operasi yang sedang berjalan.

- Alarm

Alarm adalah modul yang digunakan untuk memberikan peringatan kepada pengguna. Alarm yang digunakan berupa modul *buzzer*.

- Motor – *Lead-Screw*

Modul ini berfungsi menekan suntik. *Servo motor* disertai *inbuilt motor driver* bergerak secara rotasi sesuai PWM yang diberikan dari mikrokontroler. Gerak rotasi kemudian diubah oleh mekanisme *lead-screw* menjadi gerak translasi untuk menekan suntik.

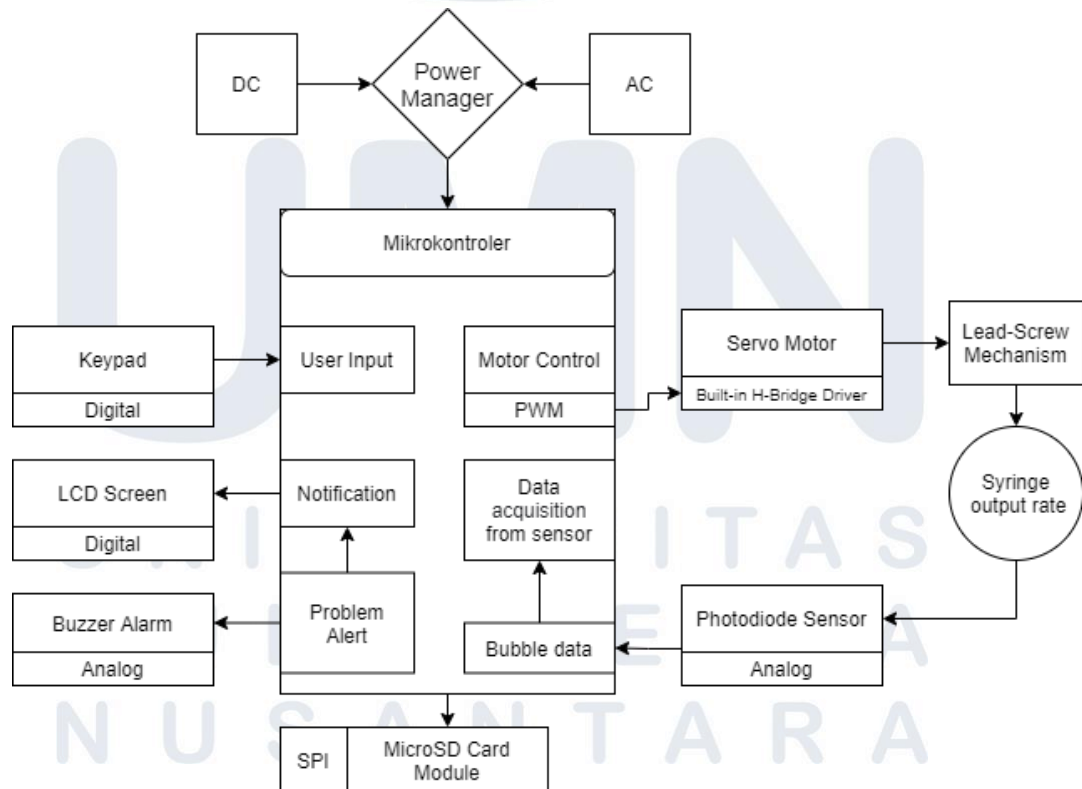
- Sensor *photodiode (LDR/Photoresistor)*

Sensor *photodiode* digunakan untuk membedakan antara udara dan cairan dalam saluran keluaran selang. Penerimaan cahaya oleh *photodiode* ketika melewati medium udara dan medium cairan dapat dibedakan intensitasnya menggunakan sensor ini.

- *Micro-SD Module*

Modul *Micro-SD* ini bertugas menyimpan hasil masukan pengguna, yang bekerja seperti fitur *history*. Data disimpan pada sebuah *Micro-SD Card* yang bisa dipasang pada modul.

Berikut adalah konfigurasi SPICAF setelah digabungkan:



Gambar 1. 4 Diagram blok kerja sistem SPICAF secara keseluruhan.

2.2.2 Kemampuan dan Kapasitas Produk

Produk yang dibuat akan mengikuti fitur standar WHO dalam pembuatan SPICAF yakni dengan kapasitas sebagai berikut:

- Target akurasi $\pm 95\%$.
- Menyimpan data masukan.
- *User Interface* dari LCD dan *keypad*.
- *Clamp* dapat menyesuaikan terhadap ukuran suntik.
- *Liquid extraction mode* untuk mengambil cairan dari luar suntik.
- *Injection mode* mampu memberikan alur cairan yang stabil dan *pulseless*.
- *Flowrate* 0,1 hingga 1200 mL/jam dengan adisi 0,1 hingga 1 mL/jam.
- Mampu beroperasi dengan tegangan AC 220V dan baterai DC sebagai *backup*.
- Mampu mengingatkan pengguna jika terjadi kendala pengelembungan lewat alarm dan notifikasi di LCD.

2.2.3 Teknologi yang Digunakan

Ilmu, teori, atau teknologi yang digunakan untuk pengembangan SPICAF:

1. Mikrokontroler.
2. Instrumentasi sensor, akuisisi data, dan aktuator.
3. Transmisi Mekanis.
4. *C++ Programming*.

2.2.4 Batasan-batasan Sistem

Pembuatan SPICAF memiliki spesifikasi teknis yang harus mengikuti batasan-batasan standar. Batasan tersebut sudah ditentukan oleh standar WHO. Batasan yang direferensikan merupakan batasan-batasan spesifikasi teknis produk SP, antara lain:

- Persyaratan teknis umum.
 - Mampu menerima segala jenis cairan (sebagai larutan dan obat-obatan).
 - Mampu bekerja dengan jarum suntik 20, 50 dan 60 mL yang tersedia secara umum (dengan setidaknya merek jarum suntik terkemuka).
 - Akurasi laju aliran volumetrik dengan jarum suntik khusus lebih baik dari $\pm 2\%$, dan $\pm 5\%$ dengan jarum suntik biasa.

- Alarm optik terlihat jelas.
- Alarm akustik tidak kurang dari 45dB
- Jeda fasilitas infus diperlukan.
- Pemeriksaan mandiri dilakukan saat dihidupkan.
- Kemampuan pencatatan satuan dosis, nilai default, dan nilai teknis.
- Peralatan yang mudah dibersihkan.
- Tampilan besar dan mudah dibaca.
- Pengoperasian terus menerus dalam spesifikasi dalam suhu sekitar minimal 5–40 °C, kelembaban relatif.
- Peralatan yang disediakan “siap pakai”.
- Setiap aksesoris atau perangkat khusus yang diperlukan untuk memfungsikan dan menggunakan peralatan dengan benar disertakan.
- Perlindungan *shock*-jatuh.
- Parameter yang dipantau dan dikontrol (oleh pengguna) Parameter yang ditampilkan (warna dan grafik lebih disukai).
 - Panel kendali.
 - Kisaran *flowrate* yang dapat diprogram setidaknya dari 0,1–200 mL/jam, dalam langkah 0,1 mL/jam; dan setidaknya dari 100-1200 mL/jam dalam langkah 1 mL/jam.
 - *Flowrate* atau batas volume yang harus diberikan setidaknya dari 0,1-999,9 mL.
 - Menghemat laju infus terakhir bahkan ketika daya AC dimatikan.
 - Tersedianya *software* untuk memonitor pengiriman obat.
- Alarm.
 - Paket alarm yang komprehensif diperlukan, termasuk setidaknya:
 - *Flow error*
 - infus selesai
 - dekat/akhir infus pra-alarm/alarm
 - pra-alarm dan alarm baterai rendah
 - kegagalan daya AC.
- Bahan habis pakai, berlabel “sekali pakai”.
 - Jarum suntik sekali pakai dengan volume berbeda.

- Aksesoris, dapat digunakan kembali.
 - Klem untuk memasang pompa.
 - Penjepit untuk keluar dari transportasi rumah sakit.
- Suku cadang.
 - Sesuai produsen.
 - Termasuk perangkat lunak dan perangkat keras kalibrasi.
 - Sertakan daftar suku cadang dengan nomor suku cadang dan biayanya.
- Portabilitas.
 - Setidaknya RS232 dan/atau antarmuka USB untuk transmisi data.
- Catu daya (tegangan, frekuensi, dan steker bervariasi di setiap negara)
 - Beroperasi dari daya listrik AC: 100–240 V~/50–60 Hz.
 - Baterai isi ulang bawaan.
 - Beralih otomatis dari mode daya listrik AC ke mode pengoperasian baterai dan sebaliknya.
 - Baterai isi ulang internal yang memiliki cadangan setidaknya 5 jam untuk laju aliran 10 mL/jam dengan jarum suntik 50 mL.
 - Alarm bertenaga baterai untuk kegagalan daya atau pemutusan.
 - Total waktu pengisian ulang baterai tidak lebih dari 6 jam.
 - Soket DC 12 V untuk pengisian ulang selama transportasi luar.

Peralatan harus terhubung ke sumber energi yang andal dan berkelanjutan. Selain batasan teknis, adapun batasan umum lain yang juga direferensikan dalam pembuatan SPICAF. Batasan lainnya tertera pada lampiran referensi standar WHO.

2.3 Skenario Pemanfaatan Produk

Berdasarkan fungsinya, SP digunakan ketika ada pihak yang mengalami sakit dimana membutuhkan obat cair secara konstan dengan volume kecil secara kontinu. Pihak yang akan menggunakan produk ini bisa dari pihak rumah sakit. Selain medikasi, SP juga dapat digunakan ketika sedang dilakukan bedah yang lama, sehingga membutuhkan anestesi dalam kurun waktu tertentu. Tempat pemanfaatan produk adalah umumnya di rumah sakit.

Cara pihak pengguna untuk memanfaatkan produk ini adalah memasang alat pada sumber daya listrik, kemudian menyediakan obat yang akan diadministrasi ke dalam suntik. Setelah persiapan selesai, jarum pada ujung saluran suntik dapat disuntik ke dalam jaringan peredaran darah pasien untuk memulai proses pengobatan.

Dengan memanfaatkan komponen-komponen yang sudah tersedia di pasar Indonesia, proses manufaktur SPICAF dapat dengan mudah direplika. Pemanfaatan ini juga berdampak positif karena dapat mendukung produk para penjual di pasar Indonesia sekaligus memotong harga produk akhir. Harga yang lebih terjangkau berarti masyarakat awam juga bisa menggunakannya apabila dibutuhkan dengan disertai petunjuk penggunaan. Walaupun menggunakan komponen dengan harga terjangkau, SPICAF dibuat memiliki daya guna yang memenuhi standar yang ditentukan WHO.

2.4 Nilai Strategis

Produk SP lain yang dikembangkan kebanyakan masih terbuat dari komponen-komponen impor sehingga harganya melonjak. SPICAF yang dikembangkan dalam proposal menggunakan komponen-komponen yang sudah tersedia di pasaran Indonesia sehingga mudah untuk dipelihara maupun direplikasi secara massal. Di Indonesia sendiri ternyata masih besar alat kesehatan yang digunakan merupakan produk impor berkisar 95% dari total alat kesehatan yang terdaftar. Dengan komponen dan bahan-bahan lokal, harga produk akhir SPICAF bisa lebih murah dibandingkan dengan SP lain dan masih memenuhi standar alat kesehatan berdasarkan standar WHO.

Pada bulan April (2020), Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (Kemenperin) menetapkan bahwa industri alat kesehatan termasuk industri prioritas dalam pengembangan Indonesia kedepannya. Salah satu poinnya adalah “Memfasilitasi promosi penggunaan alat kesehatan buatan dalam negeri termasuk pelatihan dan jaminan suku cadang/ pemeliharaan” (Kemenperin, 2020). Oleh karena itu, pengembangan proposal produk SPICAF ini sangat strategis karena termasuk dalam target capaian pemerintah.

Selain kebutuhan umum, pandemi COVID-19 ternyata juga berdampak terhadap kebutuhan pasar akan alat kesehatan termasuk SP. Dengan adanya kebutuhan pasar, produk ini dapat bernilai strategis dan ekonomis terhadap pemanufaktur serta penggunaannya.

2.5 Usaha Pengembangan Produk

Produk akhir yang hendak dikembangkan adalah perangkat SP sebagai suatu sistem yang utuh, dengan subsistem berupa subsistem yang berisi modul-modul dan sensor yang terpisah. Masing-masing modul diarahkan untuk menjadi produk-produk tunggal yang mandiri, memiliki kompatibilitas untuk dirakit menjadi sistem terpadu dan dapat dipasarkan secara terpisah sesuai kebutuhan pasarnya masing-masing. Di penjelasan sebelumnya, SPICAF terdiri dari beberapa perangkat dengan detail pengembangan sebagai berikut:

- Mikrokontroler
- *Keypad*
- LCD
- Alarm
- Motor – *Lead-Screw*
- Sensor *photodiode*

Modul *main* dari sistem berada di dalam mikrokontroler, dengan modul lainnya memberikan variabel terdefinisi pada *main*. Dengan demikian modul bisa dikembangkan secara terpisah agar pengembangan maupun perbaikan lebih mudah dieksekusi. Setelah setiap modul sudah berfungsi dengan tepat serta bisa memberikan variabel yang tepat untuk diterima mikrokontroler *main* maka sistem bisa dipadukan menjadi sebuah sistem yang berkerja secara utuh.

2.5.1 Man-Month

Estimasi alokasi dan kebutuhan SDM pada pengembangan SPICAF antara lain keahlian teori maupun praktikal:

- *3D Modeller* (1 bulan)
- *Control system expert* (1 bulan) sejumlah 2 orang (dosen)
- *Project manager* (1 bulan)
- *Design engineer* (2 bulan)
- *Technical engineer* (3 bulan) bersama dosen

- *Instrument engineer* (2 bulan) beriringan dengan
- *Program engineer* (2 bulan) oleh 2 orang

2.5.2 Machine-Month

Resource management:

- 3D model rumit yang akan diprint (1 minggu)
- Pembuatan program (1 bulan)
- Manufaktur bagian hardware sederhana seperti rangka (1 hari)

2.5.3 Development Tools

Alat-alat bantu yang diperlukan dalam pengembangan ini berkisar pada perangkat yang mendukung proses perancangan, implementasi, dan karakterisasi produk yang dibuat, antara lain:

- *FreeCad (3D Designer)*
- *3D Slicer*
- *Printer 3D Software*
- *Arduino IDE*
- Solder
- *CNC*
- *PC*

2.5.4 Test Equipment

Untuk keseluruhan proses pengembangan, diperlukan peralatan-peralatan pengujian:

- Multimeter digital
- Catu daya
- Komputer
- *Toolkit*
- *Timer*
- *Sound-meter*

2.5.5 Kebutuhan Expert

Dibutuhkan ahli dalam bidang-bidang relevan sebagai berikut:

- *3D Modelling*
- *Control System*
- *Mechanical and Electrical Engineer*
- *Instrumentasi Embedded System*
- *Programming*
- Alat-alat kesehatan

2.5.6 Kebutuhan Biaya

Berdasarkan konsep produk yang diusulkan dan identifikasi bahan serta peralatan yang harus dibeli atau disewa, dan kemungkinan untuk SDM eksternal, dihitung perkiraan biaya yang diperlukan untuk mengembangkan produk SPICAF.

Tabel 1. 2 Analisis Kebutuhan Biaya.

Alat dan Bahan	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total harga
Mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3	1	buah	Rp 125.000,00	Rp 125.000,00
Arduino Data Cable	1	buah	Rp 8.000,00	Rp 8.000,00
Servo Tower Pro MG996R	1	buah	Rp 47.000,00	Rp 47.000,00
4x4 Matrix Keypad Membrane	1	buah	Rp 7.500,00	Rp 7.500,00
LCD 16x2 with I2C Serial Adapter	1	buah	Rp 27.000,00	Rp 27.000,00
MicroSD Card Module	1	buah	Rp 13.500,00	Rp 13.500,00
Active Piezo Buzzer	1	buah	Rp 8.500,00	Rp 8.500,00
LED White	2	buah	Rp 250,00	Rp 500,00
LDR Light Sensor Module Arduino	1	buah	Rp 8.000,00	Rp 8.000,00
Magnetic Hall Sensor Module Arduino	1	buah	Rp 9.000,00	Rp 9.000,00
Baterai 18650 3000mAh	4	buah	Rp 10.000,00	Rp 40.000,00
LM2596 Buck Converter with Display	1	buah	Rp 36.000,00	Rp 36.000,00
Jumpers 10 cm MF	1	ikat	Rp 11.000,00	Rp 11.000,00
AC to DC Voltage Adapter	1	buah	Rp 25.000,00	Rp 25.000,00
Protoboard 803 Tie Point	1	buah	Rp 16.500,00	Rp 16.500,00
Syringe various size (5cc, 10cc, 20cc, 50cc)	4	buah	Rp 3.000,00	Rp 12.000,00
Akrilik A4	5	buah	Rp 10.000,00	Rp 50.000,00
Lem Akrilik	1	buah	Rp 19.000,00	Rp 19.000,00
PLA Filamen for 3D Printing	1	roll	Rp 62.000,00	Rp 62.000,00
Rak plastik	1	buah	Rp 115.000,00	Rp 115.000,00
Stop kontak	1	buah	Rp 25.000,00	Rp 25.000,00
18650 Battery Housing Series	1	buah	Rp 18.000,00	Rp 18.000,00
Total keseluruhan				Rp 683.500

2.5.7 Peluang Keberhasilan

Dengan mempertimbangkan semua aspek teknik dan non-teknis, termasuk misalnya kerumitan akibat adanya komponen yang harus dibeli, estimasi peluang keberhasilan menyelesaikan proyek pengembangan produk ini, dan tepat waktu sesuai yang ditentukan, terestimasi 90%.

2.5.8 Jadwal dan Waktu Pengembangan

Proyek modul-modul SPICAF ini dirancang untuk rentang satu tahun, dimulai pada Oktober 2021– Agustus 2022. Time table proyek ini dapat dilihat pada tabel di bawah:

Tabel 1. 3 *Milestones & Deliverables* Pengembangan Produk.

Fase	Deliverables	Jadwal	Kebutuhan Sumberdaya
Konsep Produk	B100 Proposal	Oktober 2021	Literatur
Analisis	B200 Spesifikasi Fungsional	November 2021	- Spek standar - Engineer
Desain	B300 Skematik dan Rancangan Sistem Keseluruhan	- LCD module: Desember 2021 - Keypad module: Desember 2021 - Alarm and motor: Januari 2022 - Sensor : Feburari 2022	- Dev Tools - Penguasaan Teknologi Pendukung - Literatur - Engineer
Implementasi	B400 Implementasi Prototype	- LCD module: Februari 2022 - Keypad module: Februari 2022 - Alarm and motor: Maret 2022 - Akusisi data sensor: Maret 2022	- Dev Tools - Outsource PCB - Engineer
Uji Subsistem	- Error report - Field prototype	- Alarm and motor: April 2022 - Akusisi data sensor: April 2022	- Chamber - Test Equipment - Field Trial Facility - Test Engineer
Integrasi Sistem	Lab prototype	Mei 2022	- Dev Tools - Engineer
Uji Sistem	Field Prototype	Juni 2022	- Chamber - Test Equipment - Field Trial Facility - Test Engineer
Analisis, Kesimpulan dan Dokumentasi	B500	Agustus 2022	- ATK

NUSANTARA

Kesimpulan

SP merupakan alat yang digunakan untuk mentransfer cairan dalam skala kecil yang sering digunakan di bidang kesehatan terutama dalam proses pengobatan. Dengan mempertimbangkan *feedback* dari keluaran suntik maka kinerja dan efektivitas ketika berada di lapangan bisa dimaksimalkan serta dikembangkan lagi, seperti lewat pengadaan alarm atau melakukan langkah lain yang diambil ketika terjadi kendala.

Dengan menggunakan bahan yang sudah tersedia di pasar Indonesia, produk SPICAF mudah untuk diproduksi massal dan lebih mudah untuk dimanfaatkan oleh khalayak luas dari berbagai pihak terutama yang bekerja di bidang kesehatan serta dapat menguntungkan bagi pihak yang mememanufacturnya.

Proyek SPICAF yang hendak dibuat dan dikembangkan memiliki kelayakan untuk dijalankan, dari sisi kajian ekonomis, strategis, penguasaan teknologi, maupun kemampuan fabrikasi yang ada.

