

PENAMBAHAN MODUL USG DAN MODUL FETAL DOPPLER PADA TELEMEDICINE WORKSTATION

Afrias Sarotama, Abriansyah Arisoni, I Made Astawa

Pusat Teknologi Elektronika, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Tangerang Selatan,
Kawasan Puspiptek Serpong, 15314
afrias.sarotama@bppt.go.id

Abstrak

Bagian dari sistem *telemedicine* terdistribusi yang dikembangkan Pusat Teknologi Elektronika-Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (PTE-BPPT), dinamakan *telemedicine workstation*, dilengkapi dengan modul *fetal doppler* dan *ultrasonography* (USG). Modul fetal doppler digunakan pada pemeriksaan bayi dalam kandungan melalui suara detak jantung bayi dan modul USG digunakan untuk mengetahui organ dalam dari pasien dengan bantuan sonar. Makalah ini melaporkan penambahan modul fetal doppler dan modul usg pada *telemedicine workstation* untuk digunakan sebagai data pendukung dokter puskesmas saat berkonsultasi dengan dokter spesialis di rumah sakit.

Kata kunci: telemedicine, fetal doppler, usg

Abstract

Part of a distributed telemedicine system developed by the Electronics Technology Center - the Agency for the Assessment and Application of Technology (PTE-BPPT), called telemedicine workstation, equipped with fetal doppler and ultrasonography (USG). Fetal doppler is used in the examination of the baby in the womb through the sound of the baby's heartbeat and ultrasound is used to determine the internal organs of the patient with the help of sonar.

This paper reports the addition of fetal doppler and ultrasound modules on telemedicine workstations to be used as supporting data for puskesmas doctors when consulting with specialist doctors in hospitals.

Keywords : telemedicine, fetal doppler, usg

PENDAHULUAN

Pelayanan kesehatan yang berkualitas di daerah terpencil masih merupakan keistimewaan bagi beberapa orang saja. Ketersediaan, akses, serta biaya yang mahal merupakan permasalahan yang muncul ketika berbicara tentang pelayanan kesehatan di daerah terpencil. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu caranya adalah dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pelaksanaan layanan kesehatan. Hal ini juga merupakan salah satu pengembangan dalam gerakan *Industry 4.0* dimana semua hal saling terhubung dan memiliki proses yang cepat.

Salah satu contoh penggunaan teknologi informasi dalam dunia kesehatan adalah sistem *telemedicine*. *Telemedicine* merupakan suatu

sistem yang memungkinkan terjadinya komunikasi dua arah antara pasien dan dokter dengan jarak yang berjauhan. Komunikasi dilakukan dengan menggunakan sarana verbal dan visual melalui proses *video conference*.

Dengan menggunakan *video conference*, pasien dapat melaporkan gejala yang dirasakan yang selanjutnya dijadikan acuan untuk melakukan diagnosa oleh dokter. Namun hal tersebut masih menimbulkan masalah karena dokter hanya bisa mendapatkan parameter gejala yang terdeteksi secara visual serta dirasakan pasien saja.

Untuk itu, pengembangan suatu sistem *telemedicine* juga dituntut untuk dapat mengintegrasikan perangkat medis yang tujuannya agar dokter dapat melakukan diagnosa jarak jauh. Data medis pasien yang

didapatkan dari perangkat medis diharapkan dapat membantu dokter untuk memberikan diagnosa dengan lebih akurat serta memutuskan langkah pertolongan pertama yang akan dilakukan.

Dengan adanya sistem *telemedicine*, diharapkan dapat meningkatkan kualitas layanan kesehatan pada daerah terpencil. Selain itu, pelayanan kesehatan yang berbasis *telemedicine* akan memiliki proses yang lebih cepat dibandingkan pelayanan kesehatan konvensional. Selain itu dengan adanya sistem *telemedicine*, dapat dibuat jaringan yang mengintegrasikan antar rumah sakit sehingga sistem pelayanan kesehatan dapat terintegrasi satu sama lain.

Manfaat lain dari sistem *telemedicine* adalah pencatatan riwayat pasien yang lengkap dan disimpan di *server*, serta tidak saling tumpang tindih dan berbeda antar rumah sakit. Nantinya, setiap rumah sakit dapat mengakses data riwayat pasien yang selalu terbaharui di *telemedicine server* sehingga pemeriksaan dan pelayanan kesehatan dapat meningkat kualitasnya.

Pusat Teknologi Elektronika (PTE) yang berada dibawah Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) saat ini tengah melakukan pengembangan pada sistem *telemedicine*. Pengembangan yang dilakukan mencakup pengembangan alat medis yang siap untuk sistem *telemedicine*, pengembangan dan persiapan infrastruktur sistem, serta keamanan jaringan dan data.

Selain mengembangkan infrastruktur sistem *telemedicine*, PTE-BPPT juga mengembangkan suatu perangkat *workstation* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Pada *telemedicine workstation* didalam nya terdapat perangkat-perangkat medis seperti *ultrasonography*, *fetal doppler*, stetoskop digital, *vital sign monitor*, hingga *electrocardiograph* yang dapat digunakan untuk memeriksa pasien.



Gambar 1. *Telemedicine Workstation*

Nantinya, perangkat *telemedicine workstation* ini akan ditempatkan di pusat kesehatan daerah terpencil maupun pusat kesehatan yang belum memiliki dokter spesialis.

Kedepannya, data dan riwayat pasien yang ada juga dapat membantu pengembangan sistem analisis dan diagnosa penyakit yang berbasis *artificial intelligence*.

Tujuan dari pengembangan sistem *telemedicine* ini adalah meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan di Indonesia, khususnya di daerah terpencil yang masih sulit mendapatkan akses pelayanan kesehatan yang berkualitas. Selain itu, pengembangan sistem *telemedicine* juga sejalan dengan visi BPPT yaitu menerapkan teknologi untuk meningkatkan daya saing menuju kemandirian bangsa.

Penambahan modul *ultrasonography* dan modul *fetal doppler* ditujukan agar sistem *telemedicine* yang dikembangkan memiliki fitur yang lebih lengkap dan dapat digunakan dokter untuk melakukan diagnosa dari banyak penyakit.

Telemedicine

Perkembangan dunia multimedia dan kemudahan akses internet dewasa ini memunculkan beragam jasa yang dilakukan secara online. Salah satu jasa yang memanfaatkan kemudahan akses internet ada jasa layanan kesehatan.

Telemedicine merupakan salah satu inovasi dari pelayanan kesehatan. Memanfaatkan jaringan internet yang sudah mulai dapat dinikmati masyarakat luas,

telemedicine hadir dengan tujuan memudahkan akses layanan kesehatan bagi semua orang, termasuk orang yang tinggal di daerah terpencil. Sehingga masyarakat yang tinggal di daerah terpencil tidak perlu repot untuk datang ke kota besar terdekat agar bisa mendapatkan layanan kesehatan yang berkualitas.

Sistem *telemedicine* terbagi menjadi beberapa jenis, seperti *telemonitoring*, *teleconsultation*, *tele-expertise*, *teleradiology*, dan sebagainya.

Telemonitoring pada dasarnya adalah sebuah bentuk pengawasan terhadap kondisi pasien yang dilakukan oleh dokter dari jarak jauh. Perangkat medis yang dipasangkan pada pasien mempunyai kemampuan untuk mengirimkan data hasil pengamatan terhadap pasien nya untuk dapat diamati oleh dokter secara *real time* dimana saja. Data rekam medis yang dikirim akan diubah ke bentuk DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). DICOM merupakan sebuah format standar internasional untuk mengirimkan, menyimpan, mengambil, memproses, dan menampilkan data medis [1].

Sedangkan *teleconsultation* merupakan bentuk konsultasi antara pasien dengan dokter yang dapat dilakukan dalam cara mengirimkan pesan, melakukan panggilan telpon, maupun melakukan *video conference*. Di Indonesia saat ini kebanyakan pelaku *startup* menawarkan layanan kesehatan yang berbasis *teleconsultation* dimana pengguna dapat berkonsultasi dengan dokter melalui fitur *chat messaging*.

Layanan *tele-expertise* mungkin sedikit berbeda dengan bentuk *telemedicine* lainnya. *Tele-expertise* tidak menghubungkan antara dokter dengan pasien, namun digunakan untuk hubungan antar dokter untuk mencari *second opinion* maupun diskusi dengan dokter yang lebih berpengalaman.

Teleradiology adalah salah satu bentuk *telemedicine* yang merupakan pengiriman data gambar radiografi pasien dengan tujuan untuk melakukan diagnosa ataupun konsultasi dengan dokter jarak jauh. Gambar yang dikirimkan selanjutnya akan disimpan sebagai data riwayat pasien itu sendiri.

Penggunaan sistem *telemedicine* sudah mulai dilaksanakan di beberapa negara. Contohnya pemerintah Perancis pada sejak tahun 2009 sudah mengatur secara hukum

pelaksanaan *telemedicine*. Survei yang dilakukan oleh *French Ministry of Health* memperkirakan ada 331 proyek maupun aktivitas yang berkaitan dengan *telemedicine*. Angka tersebut bertambah hampir 30% dibandingkan tahun 2011 yang hanya berjumlah 256 proyek atau aktivitas *telemedicine* [2].

Ultrasonography

Perangkat *Ultrasonography* (USG) menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi (*ultrasound*) untuk menghasilkan gambar organ dalam dan jaringan tubuh. *Transducer* yang ada mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara yang kemudian diberikan ke tubuh. Gelombang suara memantul ke organ dalam maupun jaringan tubuh yang kemudian diterima kembali oleh *transducer* dan diubah kembali menjadi sinyal listrik. Pola sinyal listrik yang diterima oleh *processing unit* kemudian diubah menjadi gambar maupun video. Dalam penggunaannya, perangkat USG tidak menggunakan sinyal *x-ray*. Selain itu, perangkat USG tidak menimbulkan rasa sakit, cenderung murah, dan dianggap aman bagi tubuh [3].

Perangkat USG biasanya digunakan dalam pemeriksaan bayi yang berada di kandungan. Dengan perangkat USG, dokter dapat mengetahui jenis kelamin, perkembangan, orientasi posisi, serta penyakit yang mungkin timbul pada bayi di dalam kandungan.

Selain digunakan untuk pemeriksaan kandungan, perangkat USG juga banyak digunakan untuk mendeteksi kepatahan tulang. Perangkat USG terbukti lebih sensitif dibanding perangkat radiografi ketika digunakan untuk mendiagnosa kepatahan pada tulang rusuk. Namun, perangkat USG dianggap kurang memadai untuk mengamati rusuk pertama dibawah *clavicle* dan rusuk bagian atas yang berada dibawah *scapula* [4].

Perangkat USG juga telah terbukti dapat digunakan untuk mendeteksi patah tulang lengan bawah pada anak. Deteksi dilakukan berdasarkan tanda patahan seperti *cortical gap* dan *bulging*. Pemeriksaan menggunakan perangkat USG terhadap patah tulang lengan bawah pada anak telah dilakukan kepada 201 pasien [5].

Fetal Doppler

Perangkat *fetal doppler* masih digunakan secara luas untuk memeriksa kondisi *fetal* dalam masa kehamilan. *Fetal doppler* menggunakan gelombang suara untuk mendeteksi detak jantung pada janin di dalam kandungan [6].

Teknologi *ultrasound* dan konsep fisis *doppler* digunakan untuk mengukur perubahan frekuensi gelombang suara yang didapat dari denyut pembuluh darah dari janin [7].

Selain untuk memantau denyut janin, perangkat ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi *fetal hypoxia* yang merupakan kondisi dimana janin mengalami kekurangan tingkat konsentrasi oksigen dalam darahnya [8].

METODE

Untuk menciptakan kegiatan pengembangan yang cepat dan efektif, proses akuisisi data dilakukan menggunakan metode *Agile Scrum*.

Agile merupakan sebuah konsep yang dikembangkan dalam sebuah manajemen kegiatan pengembangan. *Agile* dibuat berdasarkan prinsip *self-organizing teams*, komunikasi yang intens antara *users* dan *customers*, banyaknya pengulangan pendek dengan hasil yang dapat terlihat segera, kolaborasi interdisiplin antara bisnis dan pengembangan, serta proses respon terhadap perubahan dalam suatu kegiatan [9].

Scrum merupakan sebuah *framework* yang berisi contoh, tugas, kejadian, artifak, serta peraturan yang di desain untuk memandu sebuah tim dalam melaksanakan kegiatan. Tujuan dari penggunaan *scrum* adalah memberikan kelincuhan dalam hal eksekusi sebuah proses untuk menghindari masalah seperti kekosongan, konflik, dan kurangnya integrasi dalam tim [10].

Proses kerja *agile scrum* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. menunjukkan bahwa terdapat seorang *product owner* yang bertanggung jawab menghubungkan antara klien dengan tim pengembang. *Product owner* juga bertanggung jawab terhadap *product backlog* yang merupakan permintaan maupun spesifikasi dari klien dan menjadi panduan dalam menyusun kegiatan pengembangan. *Product owner* dan tim selanjutnya akan menyusun perencanaan pengembangan dalam

sprint planning meeting dan menghasilkan *sprint backlog* yang isinya target yang harus dipenuhi (*sprint*). Setiap *sprint* dilakukan dalam waktu 1 sampai dengan 4 minggu dengan iterasi setiap 24 jam. Ketika pelaksanaan *sprint*, setiap hari dilakukan pertemuan (*daily scrum*) yang membahas apa yang telah dilakukan dihari sebelumnya, kendala yang dihadapi, dan rencana kegiatan hari ini. Proses *sprint* diawasi oleh seorang *scrum master* yang bertanggung jawab dalam pelaksanaan proses *sprint*. Setelah *sprint* selesai dilakukan, hasilnya akan dievaluasi oleh seluruh anggota kegiatan dan akan menjadi bahan pertimbangan dalam merencanakan *sprint* berikutnya.



Gambar 2. Proses kerja *Agile Scrum* [10].

Metode pengembangan *agile scrum* telah diimplementasikan dalam kegiatan pengembangan sistem *telemedicine* yang dilakukan oleh Pusat Teknologi Elektronika – BPPT. *Chief Engineer* bertindak sebagai *product owner*. Tim terdiri dari para *engineering staff* yang ditugaskan. Serta *scrum master* merupakan seorang *group leader* yang membawahi *leader* serta tim *engineering staff*.

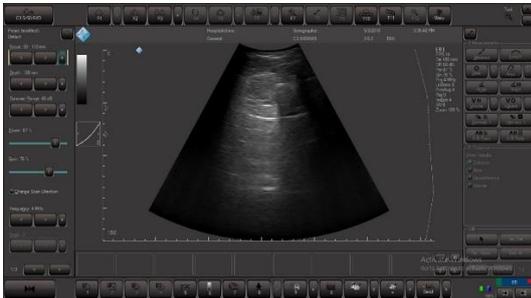
Akuisisi data USG

Pada pengembangan sistem *telemedicine*, digunakan perangkat USG komersial yaitu *Echo Blaster 64* dan *Ultrasound LS64* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3. Koneksi dari perangkat USG ke *telemedicine workstation* dilakukan melalui koneksi USB.



Gambar 3. Perangkat USG *Telemedicine*

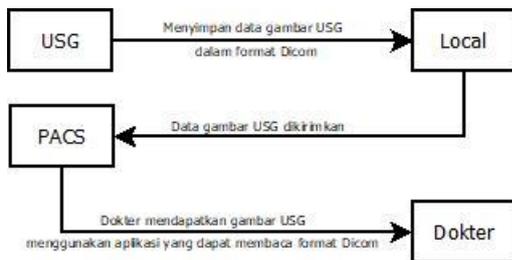
Perangkat USG tersebut dilengkapi sebuah *software* untuk mendukung penggunaannya yaitu *Echo Wave II*. Pada Gambar 4. dapat dilihat tampilan awal perangkat lunak *Echo Wave II*.



Gambar 4. Tampilan *Echo Wave II*

Pada *software* *Echo Wave II*, pengguna dapat mengatur beberapa parameter yang akan mempengaruhi hasil pemeriksaan USG. Selain itu, pengguna juga dapat menyimpan hasil data sebagai video dan gambar dengan beberapa tipe *file* seperti: .avi, .jpeg, .dcm, dll.

Selanjutnya dilakukan perancangan proses pengiriman data dari USG ke database server hingga dapat dilihat oleh dokter dari jarak jauh. Pada Gambar 5. dapat dilihat rancangan awal untuk proses pengiriman data USG.



Gambar 5. Alur pengiriman data USG

Data gambar USG yang ada akan disimpan terlebih dahulu ke sistem lokal dari *workstation* dalam bentuk DICOM. Selanjutnya, data USG yang sudah disimpan secara lokal akan dikirimkan ke *picture archiving and communication system* (PACS). PACS merupakan *database* sistem yang digunakan untuk menyimpan gambar medis. Proses selanjutnya adalah pengiriman dari PACS menuju komputer yang digunakan oleh dokter di rumah sakit. Pada komputer yang digunakan oleh dokter, juga perlu dipasang sebuah aplikasi yang dapat membaca dan menampilkan data dicom.

Akuisisi data *Fetal Doppler*

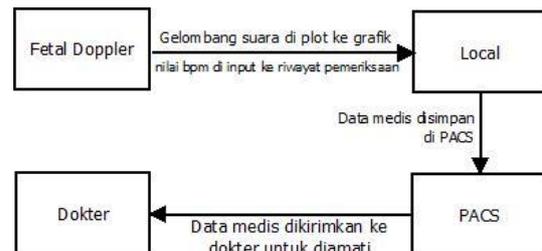
Perangkat *fetal doppler* komersial yang digunakan pada *telemedicine workstation* adalah *Bistos BT-250* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perangkat *Fetal Doppler*

Dengan perangkat ini, pengguna langsung dapat mendengar detak jantung bayi serta melihat kecepatan detak nya dalam bpm (*beat per minute*). Koneksi antara perangkat *fetal doppler* dengan *telemedicine workstation* dilakukan secara serial dengan bantuan *converter* RS232 to USB.

Data yang akan diambil dari perangkat ini adalah dalam bentuk gelombang suara analog yang nantinya akan diubah ke bentuk grafik. Selain itu, nilai bpm dari hasil pemeriksaan juga akan dilampirkan.



Gambar 7. Alur pengiriman data *Fetal Doppler*

Pada Gambar 7. dapat dilihat rancangan proses pengiriman data perangkat *fetal doppler* sehingga dapat dilihat oleh dokter dari jarak jauh.

Dari pemeriksaan menggunakan perangkat *fetal doppler*, didapatkan data detak jantung dari janin yang berbentuk gelombang suara. Gelombang suara tersebut kemudian dapat didengarkan melalui dokter yang melakukan pemeriksaan.

Selain melalui gelombang suara, dari perangkat *fetal doppler* juga didapatkan besaran nilai kecepatan detak jantung (dalam bentuk bpm) yang data nya akan di plot dalam bentuk grafik.

Grafik pemeriksaan yang didapat kemudian di cuplik dan disimpan dalam bentuk

DICOM untuk disimpan secara lokal. Setelah itu dilakukan pengiriman data tersebut ke PACS. Selanjutnya dokter dapat mengamati hasil pemeriksaan menggunakan data yang tersimpan di *database* sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

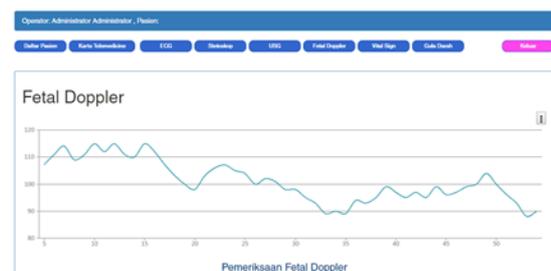
Gambar 8. menunjukkan hasil dari akuisisi data dari USG. Dapat dilihat bahwa gambar hasil pemeriksaan menggunakan perangkat USG sudah dapat ditampilkan pada *telemedicine workstation* serta dikirimkan ke *database* dari sistem *telemedicine*.



Gambar 8. Tampilan USG *telemedicine*

Dalam pemeriksaan menggunakan sistem *telemedicine* ini, dokter dapat mengamati kondisi janin dengan gambar yang mempunyai resolusi tinggi jika dibandingkan harus *print* langsung dari perangkat USG lalu di foto dan data nya dikirimkan melalui *email* atau *chat message*. Dengan hasil ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas layanan dan meningkatkan akurasi hasil diagnosa yang dilakukan oleh dokter.

Untuk pemeriksaan menggunakan perangkat *fetal doppler*, dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan *fetal doppler telemedicine*

Dari gambar tersebut, dapat diamati bahwa data bpm dari perangkat *fetal doppler* di *plot* ke dalam suatu grafik yang dinamis.

Sumbu X pada grafik menunjukkan waktu, sedangkan sumbu Y menunjukkan nilai bpm yang didapat dari hasil pemeriksaan.

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah menghasilkan terintegrasi nya perangkat USG dan *fetal doppler* ke sistem *telemedicine* yang dikembangkan oleh BPPT. Sistem *telemedicine* diharapkan dapat meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan, khususnya di daerah terpencil yang belum tersedia tenaga dokter spesialis. Penambahan modul perangkat USG dan *fetal doppler* bertujuan untuk melengkapi sistem *telemedicine* agar kedepannya sistem ini dapat digunakan untuk menangani berbagai jenis layanan kesehatan, termasuk layanan kesehatan untuk ibu hamil.

Saran untuk penelitian ini kedepannya agar dapat mengintegrasikan perangkat USG dan *fetal doppler* yang dikembangkan sendiri oleh BPPT sehingga pengintegrasian dapat dilakukan secara lebih luasa. Dengan adanya pengembangan perangkat medis buatan Indonesia, diharapkan dapat menghasilkan perangkat medis yang berkualitas dengan harga yang jauh lebih murah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Deputi Teknologi Informasi, Energi dan Material yang telah mendukung kegiatan pengembangan sistem *telemedicine*. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Direktur Pusat Teknologi Elektronika, Troika kegiatan *telemedicine*, *group leader*, serta seluruh staff Pusat Teknologi Elektronika yang telah sangat mendukung kegiatan *telemedicine* sejauh ini. Penulis berharap kegiatan ini dapat memberikan banyak manfaat bagi bangsa Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] DICOM.org, "Dicom Standard." [Online]. Available: <https://www.dicomstandard.org/>. [Accessed: 06-Sep-2018].
- [2] R. Ohannessian, S. Yaghobian, M. Chaleuil, and N. Salles, "Telemedicine in France : A review of registered clinical trials from 2000 to 2015," *Eur. Res. Telemedicine/La Rech. Eur. en Télémédecine*, pp. 1–8, 2016.

- [3] H. Ilaşlan, "Ultrasonography (Consumer Version)," 2018. [Online]. Available: <https://www.msmanuals.com/home/special-subjects/common-imaging-tests/ultrasonography>.
- [4] E. Pishbin, K. Ahmadi, M. Foogardi, M. Salehi, F. Seilanian, and V. Rahimi-movaghar, "Comparison of ultrasonography and radiography in diagnosis of rib fractures," *Chinese J. Traumatol.*, vol. 20, no. 4, pp. 226–228, 2017.
- [5] C. Herren *et al.*, "Ultrasound-guided diagnosis of fractures of the distal forearm in children," *Orthop. Traumatol. Surg. Res.*, vol. 101, no. 4, pp. 501–505, 2015.
- [6] R. M. Griffin, "Fetal Doppler - Who Gets the Test?," 2018. [Online]. Available: <https://www.webmd.com/baby/doppler>. [Accessed: 12-Sep-2018].
- [7] M. P. Nageotte, "Fetal heart rate monitoring," *Semin. Fetal Neonatal Med.*, vol. 20, no. 3, pp. 144–148, 2015.
- [8] D. Ayres-de-Campos, *Obstetric Emergencies: A Practical Guide*. 2016.
- [9] T. Vedsmand, S. Kielgast, and R. G. Cooper, "Integrating Agile with Stage-Gate," 2016.
- [10] M. Warcholinski, "Differences Between Lean, Agile and Scrum," 2018. [Online]. Available: <https://brainhub.eu/blog/differences-lean-agile-scrum/>. [Accessed: 12-Sep-2018].