



Implementasi Tanda Tangan Digital pada Pembuatan Surat Keterangan dengan Metodologi Scrum

Fikri Fahru Roji¹, Ridwan Setiawan², Ridian Gusdiana³, Moch. Rizky Cahyadiputra⁴, Wildan Hidayatul Hamdi⁵

Jurnal Algoritma
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹fikri@uniga.ac.id
²ridwansetiawan@itg.ac.id
³ridiangusdiana@uniga.ac.id
⁴31906102@itg.ac.id
⁵41906101@itg.ac.id

Abstrak – Dalam era teknologi informasi saat ini, tanda tangan digital digunakan sebagai metode matematis untuk mengidentifikasi seseorang atau dokumen secara elektronik. Tanda tangan digital ini memberikan bukti bahwa dokumen tersebut dikirim oleh pengirim yang telah dikenali, serta memastikan keaslian dan keabsahan informasi. Penerapan tanda tangan digital, termasuk di lingkungan Perguruan Tinggi seperti Fakultas Ekonomi Universitas Garut, dapat meningkatkan efisiensi dan mengubah cara pelayanan administratif dilakukan. Keaslian dokumen dapat di verifikasi secara online melalui sistem verifikasi yang memvalidasi informasi. Dengan demikian, penggunaan tanda tangan digital diharapkan dapat memastikan keaslian dokumen sambil meningkatkan efektivitas kerja. Penelitian ini menggunakan metodologi Scrum, salah satu metodologi Agile dalam pengembangan produk. Scrum terdiri dari *milestone sprint* yang dilakukan dalam waktu tidak lebih dari sebulan tanpa jeda dan *time-boxed*. Metodologi ini memastikan pemahaman tentang batas waktu dan siklus kerja. Tahapan penelitian terdiri dari *A1 Initiate*, *A2 Planning and Estimating*, *A3 Implementing*, *A4 Retrospect and Reviewing*, dan *A5 Releasing*. Tahapan-tahapan ini di organisir dengan baik untuk mencapai temuan yang didukung oleh analisis ilmiah secara teratur. Aktivitas dalam tahapan tersebut mencakup penentuan visi proyek, pembentukan tim Scrum, *user story*, *sprint backlog*, evaluasi *sprint backlog*, pertemuan mingguan, pembaruan *sprint backlog*, tinjauan dan validasi sprint sebelumnya, dokumentasi teknik, dan penyerahan sistem aplikasi. Hasil survei menunjukkan bahwa metodologi Scrum menempati urutan ketiga dalam hasil survei dengan 20,3% responden menggunakan metodologi Scrum dalam proses pengembangan perangkat lunak.

Kata Kunci – Akademik; Scrum; Tanda Tangan Digital.

I. PENDAHULUAN

Tanda tangan digunakan untuk memberikan bukti bahwa dokumen yang ditandatangani adalah asli dan sah [1]. Tanda tangan digital adalah metode matematis yang digunakan untuk mengidentifikasi seseorang atau dokumen secara elektronik, memberikan bukti bahwa dokumen tersebut dikirim oleh pengirim yang telah dikenali [2]. Tanda tangan digital biasa digunakan pada penandatanganan dokumen yang dapat dilakukan tanpa pertemuan langsung, sehingga dokumen dapat dikirim melalui internet [2]. Pemalsuan data tidak dapat

dilakukan karena setiap dokumen yang ditandatangani akan mendapatkan kunci unik yang dapat diverifikasi secara online untuk memastikan keaslian dokumen.

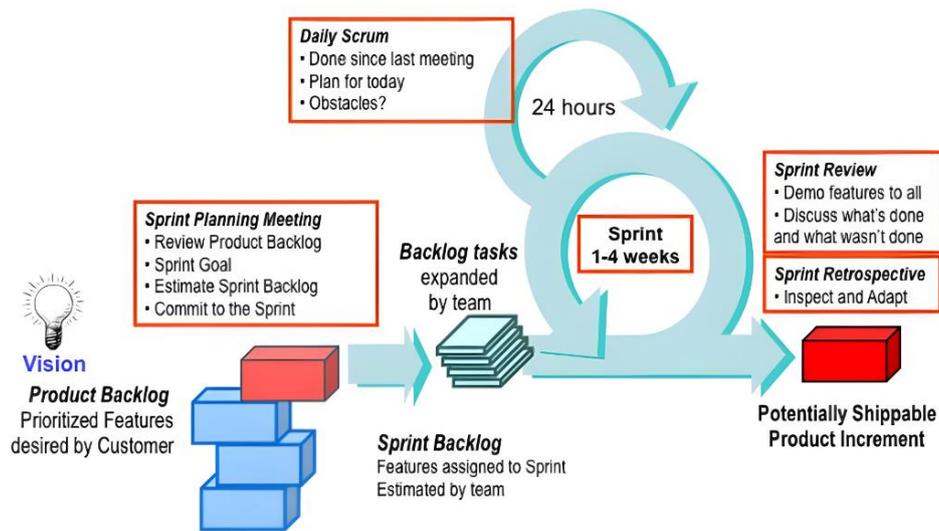
Kemajuan teknologi memungkinkan setiap orang dapat melakukan berbagai hal dengan lebih cepat dan efisien. Salah satunya pesatnya perkembangan teknologi informasi banyak mempengaruhi dalam penyelenggaraan kegiatan akademik di Perguruan Tinggi (PT) [3]. Diterapkannya teknologi informasi tentu memiliki banyak tujuan, salah satu manfaat tanda tangan digital adalah meningkatkan efektivitas dan bahkan melakukan revolusi dalam pelayanan administratif di PT [4]. Salah satu jenis layanan administratif yang paling umum dan sering digunakan adalah layanan surat menyurat, sehingga diperlukan upaya untuk memastikan keabsahan suatu dokumen akademik [5]. Pada Fakultas Ekonomi Universitas Garut (FEKON UNIGA) terdapat banyak dokumen digital yang dikeluarkan seperti surat keterangan mahasiswa aktif, surat pengantar penelitian, surat keterangan lulus dan surat surat lainnya oleh beberapa bagian. Dengan penggunaan tanda tangan digital di FEKON UNIGA diharapkan bisa menjadikan pekerjaan menjadi lebih efisien dikarenakan cukup membuat berkas digital meskipun begitu keaslian dokumen digital bisa diautentifikasi keasliannya. Oleh karena itu, untuk memastikan keabsahan identitas pengirim dan isi dari dokumen digital atau pesan yang diterima, diperlukan sistem verifikasi yang dapat memvalidasi dan mengonfirmasi keabsahan informasi tersebut [6].

Beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini: Perancangan Sistem Tanda Tangan Digital (Digital Signature) menggunakan EJBCA sebagai Server RootCA untuk menerapkan sistem tanda tangan digital, termasuk proses penerbitan sertifikat digital, penandatanganan dokumen digital, dan pengesahan dokumen [2]. Pengembangan Sistem Informasi Asosiasi Jasa Konstruksi dengan Menerapkan Tanda Tangan Digital membuat sistem informasi yang dapat menghasilkan KTA dengan tanda tangan digital yang di konversikan ke dalam bentuk QR Code dari hasil enkripsi dengan metode AES dan SHA-2, sehingga KTA terjamin dari segala tindakan penipuan [7]. ESVISIGN: Tanda Tangan Digital Sekolah Vokasi IPB membuat aplikasi tanda tangan digital berbasis web dengan menggunakan metode Prototipe, yang terdiri dari komunikasi, perencanaan dan pemodelan cepat, pembuatan prototipe, penyerahan sistem ke pengguna dan umpan balik [8]. Perancangan Penerapan Tanda Tangan Digital Sebagai Pengembangan Sistem Pelayanan Pentashihan Al Quran Digital menggunakan teknologi WebML sebagai teknik perencanaan pembangunan Sistem Pelayanan Pentashihan Mushaf Al Quran (SPPMA) yang memiliki fitur autentikasi pesan dengan mengaplikasikan teknik tanda tangan digital dan cek tanda tashih dengan objek Surat Tanda Tashih digital, aplikasi android Al Quran digital, dan Mushaf Al Quran standar LPMA. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menjamin keaslian dan keutuhan dari ketiga objek tersebut dan masyarakat dapat melakukan verifikasi keaslian tersebut melalui sistem yang disediakan [9]. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, penelitian ini berfokus pada pembuatan sistem tanda tangan digital *web-based* dengan menggunakan QR-Code, perancangan dan pengerjaan menggunakan SCRUM.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah sistem tanda tangan digital yang dapat digunakan untuk menerbitkan sertifikat digital sebagai sarana penandatanganan surat keterangan yang dikeluarkan oleh FEKON UNIGA. Sistem ini akan memastikan keaslian surat keterangan yang dikirim ke mahasiswa atau bagian lain di FEKON UNIGA.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Proses penelitian terdiri dari tahap yang diorganisir dengan baik untuk mencapai temuan yang didukung analisis ilmiah dan dilakukan dengan mudah dan teratur [10]. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan metodologi Scrum [11]-[12] yang merupakan salah satu metodologi Agile yang diterapkan dalam pengembangan produk. Scrum merupakan kerangka kerja yang membantu dalam mencapai pandangan yang jelas tentang efektivitas berbagai teknik dan manajemen produk [13]. Scrum terdiri dari *milestone sprint* yang dikerjakan dalam waktu tidak lebih dari sebulan secara berurutan dan tanpa jeda saat *time-boxed*, sehingga pengembang dapat memahami batas waktu dan siklus kerja [14]. Gambar 1 merupakan gambaran tentang prosedur Scrum [15]. Scrum dimulai dengan membuat jaminan produk, mendaftarkan fitur atau kapabilitas, dan memprioritaskan fitur yang paling dibutuhkan. Dengan menetapkan fitur prioritas pada jaminan produk, dapat membuat kerja tim pengembang dalam urutan prioritas [16].

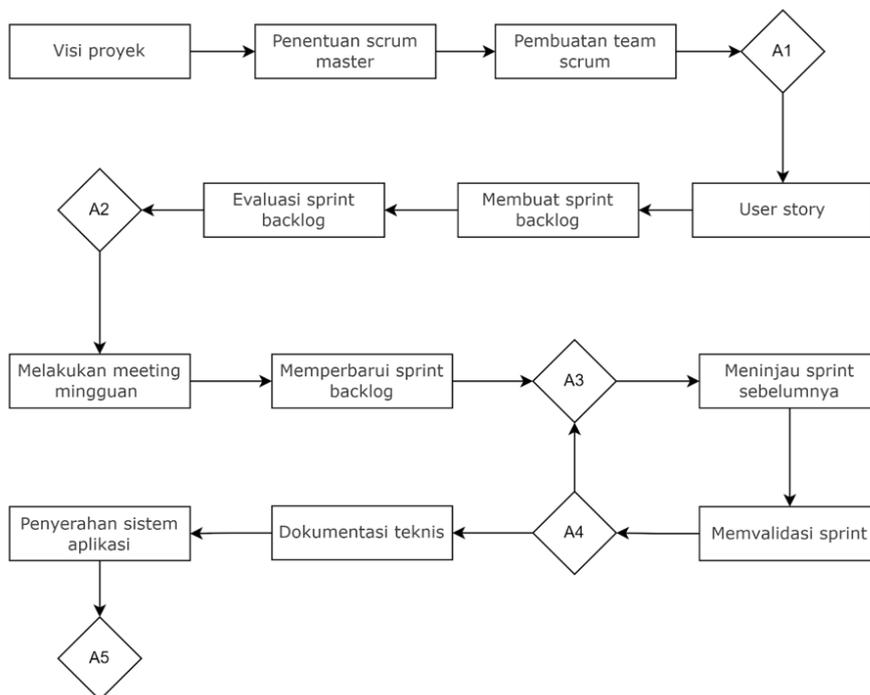


Gambar 1: Scrum framework [15]

Berdasarkan survei pengguna, metodologi Scrum menempati urutan ketiga dalam hasil survei dengan 20,3% responden menggunakan metodologi Scrum dalam proses pengembangan perangkat lunak [17]. Komponen awal dari kerangka kerja adalah daftar tugas produk [18], di mana terdapat tahapan untuk mengembangkan proses bisnis yang berasal dari dokumen yang diperoleh melalui wawancara, sumber buku referensi, dan jurnal. [19]. Setelah itu, dilakukan identifikasi aktor yang digambarkan dalam diagram use case dengan merinci aktivitasnya dalam activity diagram, serta menjelaskan struktur sistem dengan menggunakan class diagram. Kemudian diidentifikasi kebutuhan sistem yang akan digambarkan dalam tabel backlog item [16]. Pada tahap Sprint, direncanakan proses aktivitas untuk menciptakan sistem sesuai dengan backlog item dengan menyusun tabel rencana [20]. Pada daily scrum, dihasilkan tabel evaluasi kinerja Sprint yang telah selesai. Pada Sprint review, yang merupakan tahap akhir, setiap item backlog dari sistem yang telah dibuat diuji kesesuaiannya.

Dalam menggambarkan kegiatan dan tujuan dalam penelitian ini, penelitian ini didasarkan pada kerangka yang disajikan diagram alur aktivitas perancangan (gambar. 2), dengan tahapan:

1. **A1 Initiate** : Terdiri dari aktivitas penentuan visi proyek, penentuan scrum master dan pembuatan team Scrum.
2. **A2 Planning and Estimating** : Terdiri dari aktivitas *user story*, membuat *sprint backlog* dan evaluasi *sprint backlog*.
3. **A3 Implementing** : Terdiri dari aktivitas meeting mingguan dan memperbarui *sprint backlog*.
4. **A4 Retrospect and Reviewing** : Terdiri dari aktivitas meninjau sprint sebelumnya dan memvalidasi sprint. Jika terdapat revisi, maka kembali ke aktivitas *Implementing*.
5. **A5 Releasing** : Terdiri dari aktivitas Membuat Dokumentasi teknik dan Penyerahan sistem aplikasi



Gambar 2: Diagram Alur Aktivitas

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Initiating

Pada tahap ini aktivitas yang dilakukan diantaranya adalah membahas mengenai visi proyek untuk menghasilkan suatu rumusan tujuan dibuatnya sistem aplikasi digital signature kemudian setelah penentuan visi proyek aktivitas selanjutnya adalah penentuan Scrum master untuk membantu berjalannya proyek Scrum dan terakhir pembuatan team Scrum untuk membagi setiap bagian yang ada di dalam proyek Scrum.

1. Visi proyek
Visi dari proyek yang dikerjakan adalah untuk membuat tanda tangan digital yang dapat digunakan untuk memverifikasi integritas data secara matematis dan mencegah modifikasi data secara ilegal, sehingga dapat digunakan sebagai solusi untuk verifikasi data secara *online*.
2. Penentuan Scrum master
Penentuan Scrum master ditujukan sebagai menyokong keseluruhan team Scrum. Tujuannya, agar setiap fase dalam Scrum bisa berjalan secara tertib sehingga value dari hasil yang ada dapat sesuai dengan plan yang sudah dibuat. Dalam proyek sistem aplikasi digital signature yang menjadi Scrum master adalah kepala Divisi IT FEKON UNIGA.
3. Pembuatan team Scrum
Penentuan team scrum dilakukan dengan melakukan diskusi meeting bersama untuk menentukan setiap bagian yang ada pada team Scrum. Setelah melakukan diskusi, didapati hasil penentuan team Scrum yang dibagi menjadi 3 bagian yaitu *product owner*, *development team*, dan *Scrum master*.

B. Planning and Estimating

Pada tahap ini aktivitas yang dilakukan diantaranya adalah membahas mengenai pembuatan *user story* tujuan dibuatnya adalah menganalisa kebutuhan *user*, kemudian setelah pembuatan *user story* aktivitas selanjutnya adalah membuat *sprint backlog* dan yang terakhir adalah evaluasi *sprint backlog* dari backlog yang telah dibuat.

1. Pembuatan *user story*

2. Membuat *sprint backlog*
3. Evaluasi *sprint backlog*

C. Implementing

Pada tahap ini aktivitas yang dilakukan di antaranya adalah melakukan meeting mingguan untuk mengevaluasi setiap *sprint backlog* yang telah dilakukan kemudian aktivitas memperbaharui *sprint backlog*.

1. Melakukan *meeting* mingguan
Meeting mingguan dilakukan secara berkala yang dilakukan bersama dengan scrum master, team Scrum, dan product owner untuk membahas *sprint backlog* yang telah kerjakan. Adapun kegiatan meeting mingguan ini disajikan dalam tabel tabel 1.

Tabel 1: *sprint backlog*

Minggu ke-	Kegiatan Meeting
1	Pembahasan tugas dan rancangan analisis sistem aplikasi.
2	Pembahasan tampilan User Interface.
3	Pembahasan progress fitur login, register, homepage dashboard, settings, dan pengujian sistem aplikasi.
4	Pembahasan progress fitur list dokumen, history, view document, add signature document, dan pengujian sistem aplikasi.
5	Pembahasan pembuatan dokumentasi teknis dan penyerahan sistem aplikasi.

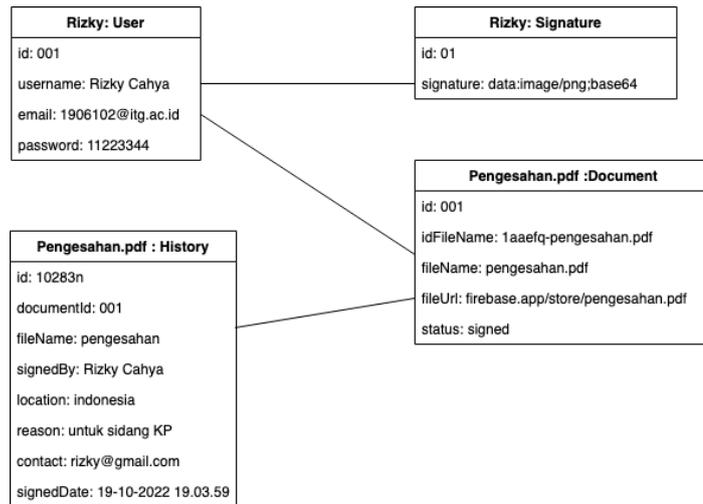
2. Memperbaharui *sprint backlog*
Melakukan pembaharuan *sprint backlog* untuk melihat seberapa jauh progress berjalan. Dalam pembaharuan *sprint backlog* dilakukan setiap minggu. Pembaharuan *sprint backlog* pada sistem aplikasi digital signature terdiri dari 5 minggu, adapun hasil pembaharuan setiap minggu sebagai berikut:
 - a. Minggu Pertama

Tabel 2: Memperbaharui *sprint backlog*

Part of Work	Backlog	Status
Sistem analisis	Merancang <i>object diagram</i>	Selesai
	Merancang <i>use case</i>	Selesai
	Merancang <i>class diagram</i>	Selesai

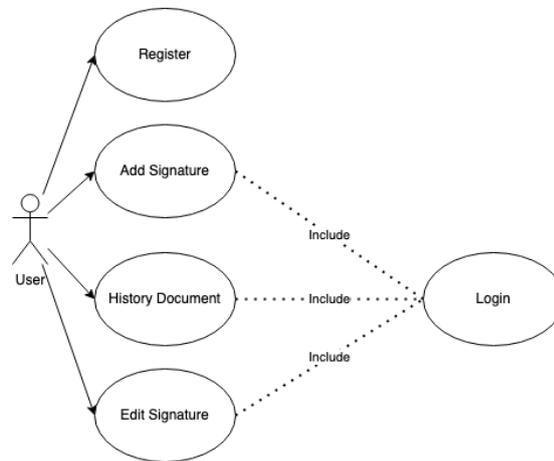
Pada minggu pertama, *product owner* telah memperbaharui beberapa *backlog* diantaranya merancang *object diagram*, merancang *use case*, dan merancang *class diagram*. detail dari setiap *backlog* yang telah diperbaharui sebagai berikut:

- 1) Merancang *object diagram*



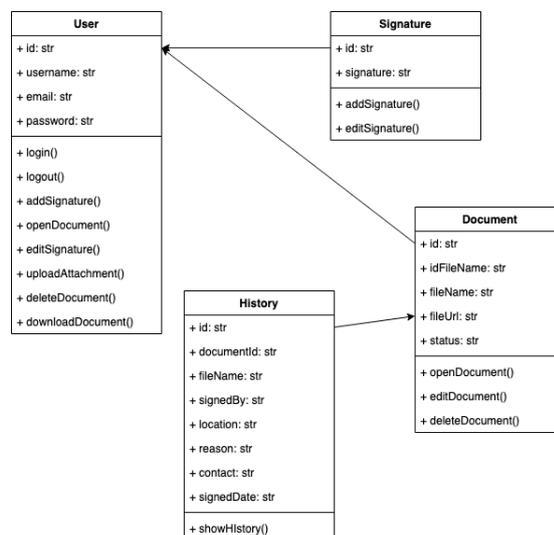
Gambar 1: Merancang object diagram

2) Merancang use case



Gambar: Use case

3) Merancang class diagram



Gambar 3: class diagram

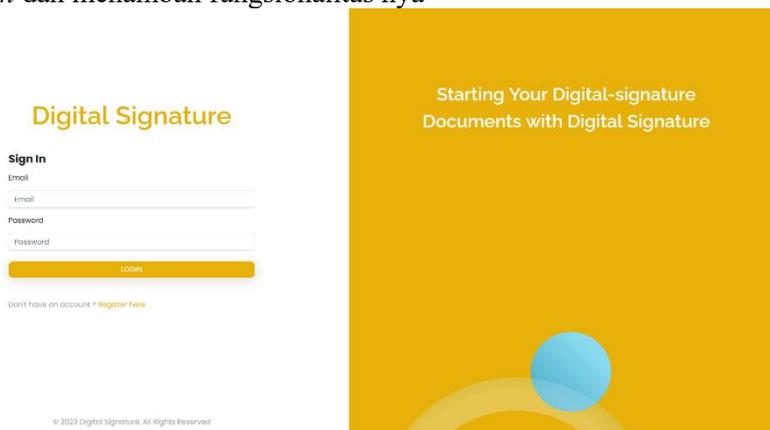
b. Minggu Kedua

Tabel 3: *sprint backlog* minggu kedua

<i>Part of Work</i>	<i>Backlog</i>	<i>Status</i>
<i>Front End</i>	<i>Slicing page login</i> dan menambahkan fungsionalitas nya	Selesai
	<i>Slicing page Register</i> dan menambahkan fungsionalitas nya	Selesai

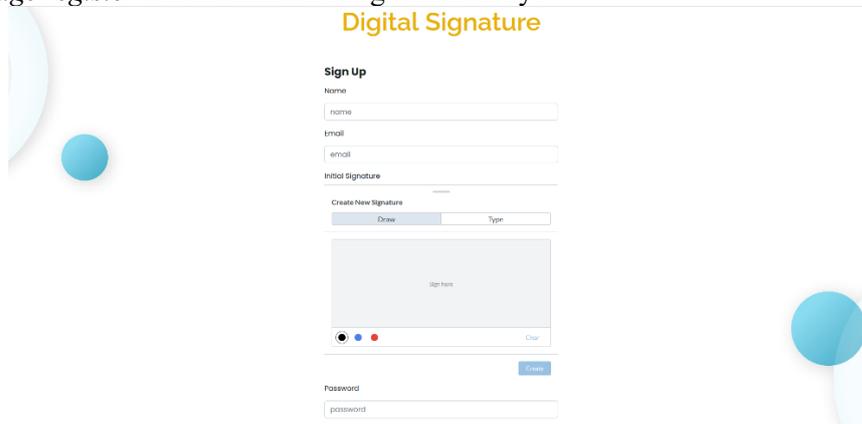
Pada minggu kedua, *product owner* telah memperbaharui beberapa *backlog* diantaranya *Slicing page login* dan menambahkan fungsionalitasnya, dan *slicing page register* disertai menambahkan fungsionalitasnya.

1. *Slicing page login* dan menambah fungsionalitas nya



Gambar 4: *Slicing page login*

2. *Slicing page register* dan menambah fungsionalitas nya



Gambar 5: *Slicing page register*

c. Minggu Ketiga

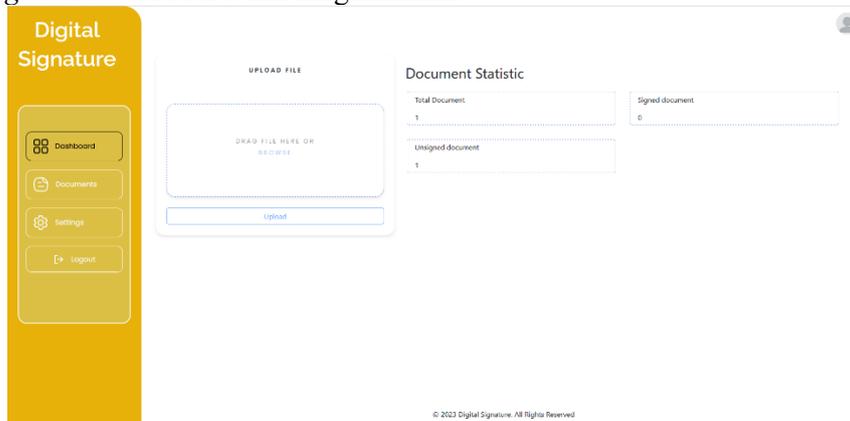
Tabel 4: *sprint backlog* minggu ketiga

<i>Part of Work</i>	<i>Backlog</i>	<i>Status</i>
<i>Front End</i>	<i>Slicing page home dashboard</i> dan fungsionalitasnya	Selesai
	<i>Slicing page list document</i> dan fungsionalitasnya	Selesai
	<i>Slicing page history</i> dan fungsionalitasnya	Selesai
	<i>Slicing page view document</i> dan fungsionalitasnya	Selesai
	<i>Slicing page add signature</i> dan fungsionalitasnya	Selesai
	<i>Slicing page settings</i> dan fungsionalitasnya	Selesai

Pada minggu ketiga, *product owner* telah memperbaharui beberapa *backlog* di antaranya *slicing*

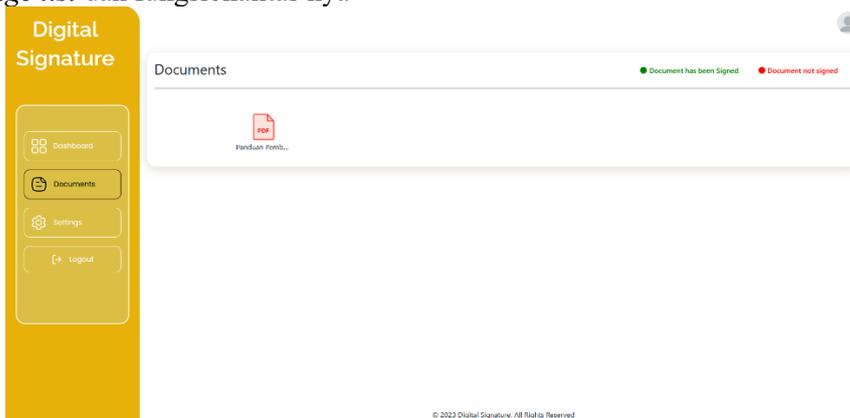
page home dashboard dan fungsionalitasnya, slicing page list documents dan fungsionalitasnya, slicing page history dan fungsionalitasnya, slicing page view document dan fungsionalitasnya, slicing page add signature dan fungsionalitasnya, dan yang terakhir adalah slicing page history beserta fungsionalitasnya. detail dari setiap backlog yang telah diperbaharui sebagai berikut:

1) Slicing page home dashboard dan fungsionalitas



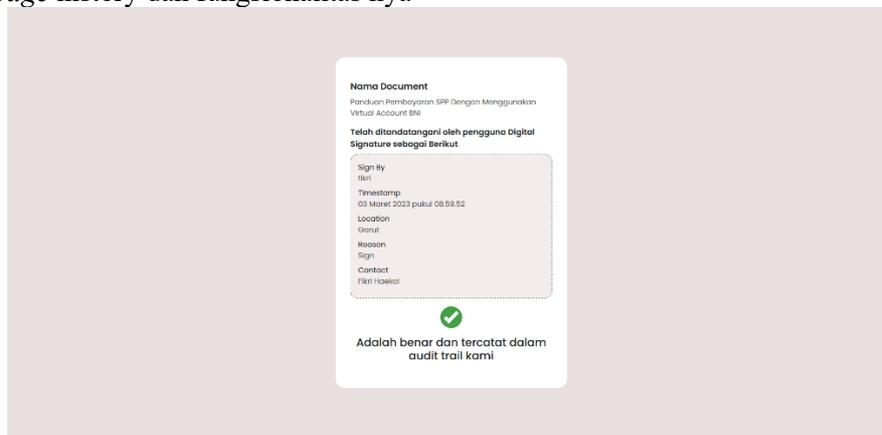
Gambar 6: Slicing page home dashboard dan fungsionalitas

2) Slicing page list dan fungsionalitas nya



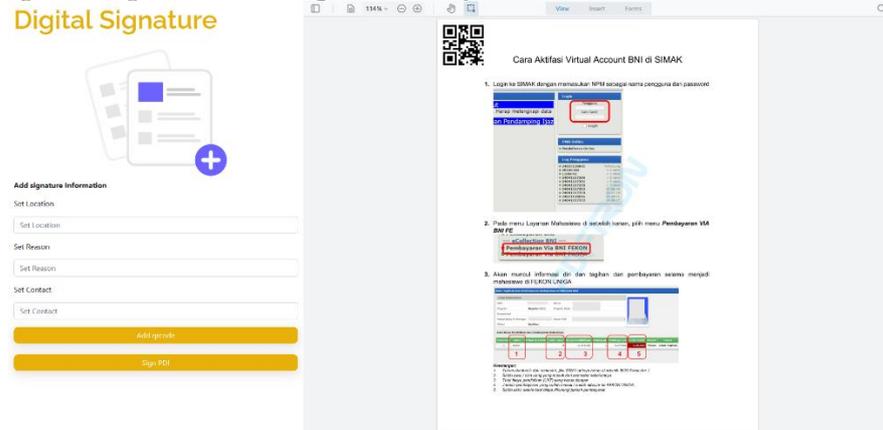
Gambar 7: Slicing page list dan fungsionalitas nya

3) Slicing page history dan fungsionalitas nya



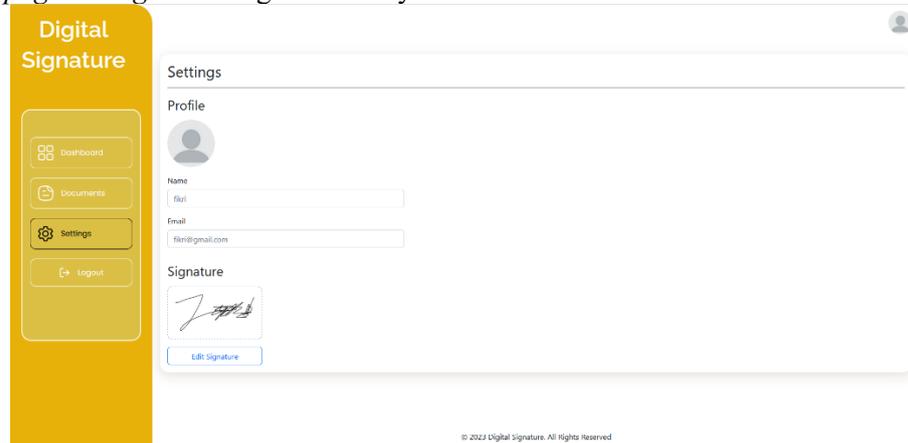
Gambar 8: Slicing page history dan fungsionalitas nya

4) *Slicing page add signature dan fungsionalitas nya*



Gambar 9: *Slicing page add signature dan fungsionalitas nya*

5) *Slicing page settings dan fungsionalitasnya*



Gambar 10: *Slicing page settings dan fungsionalitasnya*

d. Minggu Keempat

Tabel 5: *sprint backlog* Minggu Keempat

<i>Part of Work</i>	<i>Backlog</i>	<i>Status</i>
QA	Pengujian sistem aplikasi	Selesai
Technical Writer	Pembuatan Dokumentasi Teknis	Selesai

Pada minggu keempat, *product owner* telah memperbaharui beberapa *backlog* diantaranya pengujian sistem aplikasi dan pembuatan dokumentasi teknis. Adapun paparan lebih detail dari setiap *backlog* seperti berikut:

1) Pengujian sistem aplikasi

Tabel 6: Pengujian aplikasi

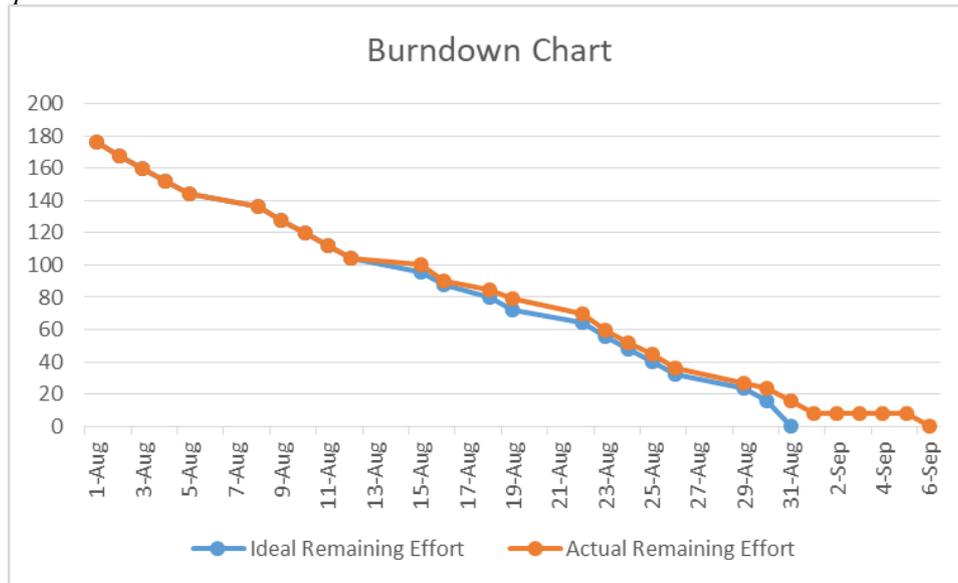
<i>Case</i>	<i>Status</i>
Fitur <i>login</i>	Sukses
Fitur <i>register</i>	Sukses
Fitur <i>upload document</i>	Sukses
Fitur <i>edit signature</i>	Sukses
Fitur <i>open document</i>	Sukses
Fitur <i>delete document</i>	Sukses
Fitur <i>add signature</i>	Sukses
Fitur <i>add QR code</i>	Sukses
Fitur <i>show history</i>	Sukses

- 2) Pembuatan dokumentasi teknis
Pembuatan dokumentasi dilakukan untuk mendemonstrasikan bagaimana sistem berjalan. Dokumentasi dipaparkan secara *online* untuk mudah dalam pengaksesan. Dokumentasi teknis dapat dilihat di *link* yang telah disediakan sebagai berikut: <https://bit.ly/docsDigitalSignature>

D. Retrospect and Reviewing

Retrospect dan reviewing dilakukan untuk menilai bagaimana sprint berjalan yang telah berlalu. Retrospect akan dilakukan menggunakan burndown chart untuk memvisualisasikan keadaan dari sprint yang telah berjalan sebelumnya. Reviewing menilai kesesuaian terhadap perencanaan setiap backlog yang berjalan.

1. Retrospect



Gambar 11: Retrospect

Pada gambar 4.20 adalah visualisasi data dari tahap *Retrospect*. Proyek sistem *digital signature* berjalan selama satu bulan. Dalam visualisasi burndown chart, garis yang berwarna biru menunjukkan *Ideal Remaining Effort*, dimana secara ideal waktu yang dapat diselesaikan sampai tanggal yang telah ditentukan. Garis berwarna orange, menunjukkan *Actual Remaining Effort* dimana secara nyata waktu yang telah digunakan ketika membangun sistem aplikasi *digital signature*. Pada tanggal 11 Agustus 2022 sudah tampak ada perubahan grafik yang diakibatkan oleh beberapa hal yaitu *error* dan *bug*. Hal ini terjadi tidak secara signifikan sampai tanggal 31 Agustus 2022. Pada tanggal 1 September tim mengalami hambatan dalam pembuatan dokumentasi teknis khususnya pada bagian *Content Writer* karena harus memahami alur dari *sistem digital signature* terlebih dahulu. Dan pada tanggal 6 September 2022, sistem aplikasi *digital signature* berhasil diselesaikan.

2. Reviewing

Tabel 7: Reviewing

Part of Work	Backlog	Status
Sistem analisis	Merancang <i>object diagram</i>	Sukses
	Merancang <i>use case</i>	Sukses
	Merancang <i>class diagram</i>	Sukses
Front End	<i>Slicing page Login</i> dan menambahkan fungsionalitasnya	Sukses
	<i>Slicing page Register</i> dan menambahkan fungsionalitasnya	Sukses
	<i>Slicing page Settings</i> dan fungsionalitasnya	Sukses
	<i>Slicing page home dashboard</i> dan fungsionalitasnya	Sukses
	<i>Slicing page list Document</i> dan fungsionalitasnya	Sukses
	<i>Slicing page History</i> dan fungsionalitasnya	Sukses

<i>Part of Work</i>	<i>Backlog</i>	<i>Status</i>
	<i>Slicing page view document</i> dan fungsionalitasnya	Sukses
	<i>Slicing page add signature</i> dan fungsionalitasnya	Sukses
QA	Pengujian sistem aplikasi	Sukses
<i>Technical Writer</i>	Pembuatan Dokumentasi Teknis	Sukses

Pada tabel 7 merupakan beberapa *review* yang di lakukan oleh *product owner*. Setiap *backlog* telah diselesaikan dengan baik dengan status sukses, dengan demikian sistem yang telah dibangun sudah siap menuju tahap perilisan untuk diberikan penyerahan produk kepada pihak terkait.

E. Releasing

Pada tahap perilisan, maka *product owner* akan memberikan berupa dokumentasi teknik, *source code* dan perancangan sistem aplikasi *digital signature*. Dalam dokumentasi teknis terdiri dari tahap dan cara penggunaan sistem aplikasi *digital signature* yang dapat dilihat pada *link* berikut: <https://bit.ly/docsDigitalSignature> Penyerahan produk dilakukan secara langsung oleh *product owner* dengan memberikan keseluruhan rancangan sistem aplikasi *digital signature*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa proyek pengembangan sistem tanda tangan digital dilakukan dengan menggunakan metodologi Scrum yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, perencanaan dan estimasi, dan tahap implementasi. Sistem tanda tangan digital yang sudah dibuat digunakan untuk menerbitkan sertifikat digital sebagai sarana penandatanganan surat keterangan yang dikeluarkan oleh FEKON UNIGA. Sistem ini akan memastikan keaslian surat keterangan yang dikirim ke mahasiswa atau bagian lain di FEKON UNIGA. Pengembangan selanjutnya dapat mengintegrasikan aplikasi tanda tangan digital dengan sistem informasi akademik FEKON UNIGA, sehingga memudahkan dalam pemantauan dan pengelolaan dokumen digital oleh pihak perguruan tinggi. Dengan demikian, penggunaan aplikasi tanda tangan digital dapat lebih meningkatkan efisiensi dalam pelaksanaan administrasi di FEKON UNIGA.

Saran untuk peneliti selanjutnya evaluasi kinerja sistem dan penerapan fitur tambahan. Perluasan penerapan sistem tanda tangan digital ke departemen atau unit lain di universitas. Pelatihan dan sosialisasi kepada pengguna potensial untuk meningkatkan adopsi sistem.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Garut yang telah mendukung aktivitas penelitian ini dengan memberikan bantuan moril dan materil, dan telah bersedia menjadi tempat penelitian dan Institut Teknologi Garut sebagai penerbit jurnal penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. U. Noor, "Tanda Tangan Digital: Otoritas pada Arsip Elektronik," *JUPI (Jurnal Ilmu Perpust. dan Informasi)*, vol. 6, no. 1, p. 17, 2021, doi: 10.30829/jipi.v6i1.8165.
- [2] M. Taufiqurrahman, Irawan, and I. Syamsuddin, "Perancangan Sistem Tanda Tangan Digital (Digital Signature)," *Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, pp. 60–65, 2020.
- [3] F. P. Utama, M. Aqil, H. Raihana, and R. Rahmatsyah, "Implementasi Tanda Tangan Digital pada Surat Keterangan Bebas Laboratorium," *J. JUPITER*, vol. 14, no. 1, pp. 69–80, 2022.
- [4] M. I. Dacholfany, T. R. Noor, E. Diana, M. Nurzen. S, and D. Prayoga, "Identification of higher education administration applications efforts to improve digital-based academic services," *Linguist.*

- Cult. Rev.*, vol. 5, no. S2, pp. 1402–1414, 2021, doi: 10.21744/lingcure.v5ns2.1948.
- [5] M. Rakhmansyah, U. Rahardja, N. P. L. Santoso, A. Khoirunisa, and A. Faturahman, “Smart Digital Signature berbasis Blockchain pada Pendidikan Tinggi menggunakan Metode SWOT,” *ADI Bisnis Digit. Interdisiplin J.*, vol. 2, no. 1, pp. 39–47, 2021, doi: 10.34306/abdi.v2i1.325.
- [6] A. G. P. Suratma and A. Azis, “TANDA TANGAN DIGITAL MENGGUNAKAN QR CODE DENGAN METODE ADVANCED ENCRYPTION STANDARD Digital Signature Using QR Code By Advanced Encryption Standard Method Abdul Gani Putra Suratma , Abdul Azis,” *Techno*, vol. 18, no. 1, pp. 59–68, 2017.
- [7] T. Abdurrachman and B. R. Suteja, “Pengembangan Sistem Informasi Asosiasi Jasa Konstruksi dengan Menerapkan Tanda Tangan Digital,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 261–273, 2021, doi: 10.28932/jutisi.v7i1.3431.
- [8] W. Sholihah, S. Indriasari, I. Noviyanti, A. Mardiyono, and N. Aziezah, “ESVISIGN: Tanda Tangan Digital Sekolah Vokasi IPB,” *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 3, no. 4, pp. 217–226, 2022, doi: 10.35746/jtim.v3i4.188.
- [9] L. Liyanti and A. R. Hakim, “Perancangan Penerapan Tanda Tangan Digital Sebagai Pengembangan Sistem Pelayanan Pentashihan Al Quran Digital,” *Sistemasi*, vol. 8, no. 1, p. 41, 2019, doi: 10.32520/stmsi.v8i1.415.
- [10] A. Ramdhani, B. K. Muzadid, D. T. Alamanda, and F. F. Roji, “Persepsi Netizen Terhadap Kebijakan Pemerintah Pada Ojek Online Menggunakan Twitter Analysis,” *Semin. Nas. ...*, 2019.
- [11] A. Srivastava, S. Bhardwaj, and S. Saraswat, “SCRUM Model for Agile Methodology,” *2017 Int. Conf. Comput. Commun. Autom.*, pp. 864–869, May 2017, doi: 10.1109/CCAA.2017.8229928.
- [12] J. Pfeffer and J. P. Berchez, “Agile working practices with scrum,” *ATZelettronik Worldw.*, vol. 12, no. 5, pp. 52–55, 2017, doi: 10.1007/s38314-017-0073-7.
- [13] S. S. M. M. Rahman *et al.*, “OSCRUM: A modified scrum for open source software development,” *Int. J. Simul. Syst. Sci. Technol.*, vol. 19, no. 3, pp. 20.1-20.7, 2018, doi: 10.5013/IJSSST.a.19.03.20.
- [14] H. Sama and Darvin, “Developing Fixher Using Scrum Model,” *J. Inf. Syst. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–15, 2021.
- [15] V. Hema, S. Thota, S. Naresh Kumar, C. Padmaja, C. B. Rama Krishna, and K. Mahender, “Scrum: An Effective Software Development Agile Tool,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 981, no. 2, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/981/2/022060.
- [16] R. Setiawan, A. D. Supriatna, S. Hudawiguna, and F. F. Roji, “Electronic culinary reservations based on Android with the Scrum methodology and Firebase database,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1098, no. 5, p. 052091, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1098/5/052091.
- [17] L. R. Vijayasarathy and C. W. Butler, “Choice of software development methodologies,” *IEEE Softw.*, vol. 33, pp. 86–94, 2016, doi: 10.1109/MS.2015.26.
- [18] R. Setiawan, “Perancangan Elektronik Marketplace Event Organizer,” *J. Algoritm.*, vol. 16, no. 2, pp. 247–254, 2019.
- [19] A. Andipradana and K. Dwi Hartomo, “Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Online Berbasis Web Menggunakan Metode Scrum,” *J. Algoritm.*, vol. 18, no. 1, pp. 161–172, 2021, doi: 10.33364/algoritma/v.18-1.869.
- [20] F. F. Roji, “Perancangan Sistem Informasi Geografis Pengelolaan Praktik Kerja Industri untuk Sekolah Menengah Kejuruan,” *J. Algoritm.*, vol. 18, no. 2, pp. 583–593, 2022, doi: 10.33364/algoritma/v.18-2.1089.