

Jurnal *Rekayasa Elektrika*

VOLUME 13 NOMOR 3

DESEMBER 2017

Pengembangan Aplikasi Pengukuran TKT Online

185-190

Huda M. Elmatsani

JRE	Vol. 13	No. 3	Hal 119-190	Banda Aceh, Desember 2017	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	-------------	------------------------------	--------------------------------------

Pengembangan Aplikasi Pengukuran TKT Online

Huda M. Elmatsani

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)

Jl. M.H. Thamrin No.8, RT.10/RW.10, Kb. Sirih, Menteng, Jakarta 10340

e-mail: huda.mohamad@bppt.go.id

Abstrak—Untuk meningkatkan daya saing nasional, Kemenristekdikti mewajibkan peneliti melakukan pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) terhadap teknologi yang dikembangkannya. Tujuannya adalah untuk mengetahui status dan tingkat kematangan dari penelitian-penelitian di Indonesia sehingga pengembangan teknologi menjadi lebih fokus dan terarah. Untuk merealisasikannya, dibutuhkan perangkat pengukuran yang dapat digunakan oleh peneliti seluruh Indonesia. Makalah ini membahas tentang pengembangan Aplikasi Pengukuran TKT Online yang dapat diakses dan digunakan oleh para peneliti. Hasil kajian memperlihatkan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan Kemenristekdikti dan dapat digunakan oleh peneliti dalam melakukan pengukuran TKT.

Kata kunci: *tingkat kesiapterapan teknologi, TKT, aplikasi, online, pengukuran TKT*

Abstract—To enhance national competitiveness, the Ministry of Research, Technology and Higher Education obliges researchers to measure the Technology Readiness Level (TRL) to the technology they develop. The goal is to know the status and maturity of the researches in Indonesia so that technology development becomes more focused and goal-directed. To realize this, it is necessary to use measurement tools that researchers throughout Indonesia can use. This paper discusses the development of the TRL Online Measurement Application which can be accessed and used by researchers. The results show that the application developed can meet the needs of the Ministry and can be used by researchers in conducting TRL measurements.

Keywords: *technology readiness level, TRL, application, online, TRL measurement*

Copyright © 2017 Jurnal Rekayasa Elektroika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Peringkat daya saing Indonesia pada tahun 2016 dalam The Global Competitiveness Report 2016-2017 yang dikeluarkan World Economic Forum (WEF) berada pada posisi 41 dari 138 negara, turun dari posisi tahun sebelumnya pada peringkat 37. Penting untuk memahami 12 pilar daya saing negara yang meliputi: kelembagaan, infrastruktur, lingkungan ekonomi makro, kesehatan dan pendidikan dasar, pendidikan tinggi dan pelatihan, efisiensi pasar barang-barang, efisiensi tenaga kerja, pengembangan pasar finansial, kesiapan teknologi, pangsa pasar, kecanggihan bisnis dan inovasi. Kesiapan teknologi (*readiness technology*) merupakan salah satu pilar yang digunakan WEF dalam mengukur indeks daya saing suatu negara [1].

Rendahnya tingkat kesiapan teknologi di Indonesia dapat dilihat pada banyaknya hasil penelitian yang mandeg pada laporan atau publikasi ilmiah yang tanpa keberlanjutan. Sebab lain sebagaimana diungkapkan Arwanto dan Prayitno adalah tidak adanya informasi terukur mengenai kesiapan teknologi hasil litbang yang bisa menunjukkan potensi untuk pengembangan dan menghitung investasi yang diperlukan untuk penerapannya [2].

Hilirisasi hasil litbang adalah suatu upaya mengalirkan

hasil-hasil litbang agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dan industri. Sebagai salah satu upaya, Kemenristekdikti melalui Permenristekdikti No. 46 tahun 2016 mewajibkan peneliti untuk melakukan pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) terhadap penelitian yang dilakukan. Dengan pengukuran ini diharapkan dapat diketahui sampai di mana sebuah teknologi sedang dan telah dikembangkan, dan seberapa jauh lagi untuk sampai ke tingkat di mana teknologi siap untuk diterapkan.

Permasalahannya adalah untuk mengeksekusi kewajiban peneliti melakukan pengukuran TKT, Kemenristek dikti harus menyediakan sarana atau perangkat pengukuran yang dapat digunakan oleh para peneliti yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Sebuah aplikasi pengukuran TKT berbasis Excel yang dikenal Tekno-Meter dan bersifat offline telah dibuat oleh BPPT sekitar tahun 2012. Hanya saja, pengumpulan dan konsolidasi data melalui aplikasi ini menjadi sulit apabila diterapkan secara nasional ke berbagai lembaga dan perguruan tinggi.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pengukuran berbasis web yang diharapkan menjadi solusi yang dapat mengatasi kebutuhan terhadap kewajiban peneliti dalam melakukan pengukuran TKT. Dalam makalah ini dijelaskan rancangan aplikasi, arsitektur

perangkat lunak dan framework yang digunakan dalam pengembangan, dan pengujian secara online terhadap rancangan prototipe.

II. STUDI PUSTAKA

A. Pengukuran TKT

TKT merupakan suatu sistem pengukuran sistematis untuk memahami kematangan teknologi sehingga suatu hasil pengembangan teknologi siap diterapkan. Pengukuran TKT pertama kali dicetuskan oleh peneliti NASA Stan Sadin pada tahun 1974. Tahun 1989, NASA mengakui cara ini dan memformalkan penggunaannya sebagai metode yang berguna dan secara umum dapat dipahami untuk menjelaskan kepada kolaborator dan stakeholder tentang seberapa matang teknologi tertentu. Tahun 1995, John C. Mankins, NASA merumuskan sembilan tingkat kematangan sehingga suatu teknologi siap untuk diluncurkan [3]. NASA menggunakan TKT dalam kualifikasi dan kajian terhadap proposal dalam rencana investasi teknologi ruang angkasa [4]. Sembilan tingkatan TKT NASA diadopsi oleh BPPT dan ditunjukkan dalam Tabel 1 [5].

Secara luas, metode ini diterima dan diterapkan ke dalam berbagai bidang [6], dan hasil survey yang dilakukan Tomaschek, dkk. pada perusahaan-perusahaan di Amerika dan Eropa menunjukkan penggunaan TKT pada proyek yang menyangkut sistem teknologi yang kompleks [7].

TKT tidak hanya mendukung penelitian akademis dan pengembangan teoretis, tapi juga kolaborasi antara peneliti, perekayasa, dan praktisi [8] analyze, and design innovation to solve social, economic, and environmental issues. This paper extends the framework of multi-level perspectives (MLP). Dalam buku Tekno-Meter, TKT menjadi bahasa yang digunakan bersama untuk membicarakan kematangan

teknologi antara pengambil kebijakan, pengembang teknologi dan pengguna atau industri [5]. Bagi pengambil kebijakan, hasil pengukuran dapat menjadi masukan dalam merumuskan, melaksanakan, memetakan, dan mengevaluasi program riset, pengembangan dan inovasi teknologi, dan bagi industri hasil pengukuran TKT dapat menjadi bahan pertimbangan dalam mengadopsi teknologi hasil riset dan pengembangan [9].

B. Pengembangan Aplikasi Sebelumnya

Upaya pengembangan aplikasi untuk mengukur TKT, telah dirintis AFRL (*Air Force Research Laboratory*) dengan mengembangkan kalkulator penghitung yang disebut *TRL Calculator*. Kalkulator ini dibuat untuk diterapkan pada program pengembangan teknologi. Kalkulator dibuat dalam aplikasi spreadsheet Excel berisi serangkaian pertanyaan mengenai riset dan pengembangan teknologi [10].

Di Indonesia, adopsi TKT dimulai pada tahun 2005 oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) melalui kegiatan Pengkajian Sistem Difusi dan Pemanfaatan Teknologi yang telah melakukan Kajian Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi, dan dalam pengukurannya masih menggunakan *TRL Calculator* yang diadaptasi menjadi Tekno-Meter. Tekno-Meter digunakan sebagai perangkat yang dapat memberikan gambaran sesaat (snapshot) tentang status kematangan teknologi pada waktu tertentu.

Selanjutnya pada tahun 2006, BPPT bekerja sama dengan Kementerian Riset Teknologi (KRT) melakukan kajian bersama dan menyusun Panduan Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi. Salah satu dari hasil kajian adalah terwujudnya TRL-Meter, yaitu sebuah perangkat lunak worksheet berbasis Microsoft Excel. TRL-Meter digunakan membantu KRT untuk mengevaluasi keberhasilan program Riset Unggulan Kemitraan (RUK).

Pengembangan aplikasi pengukuran TKT berbasis web merupakan perluasan implementasi pengukuran TKT menggunakan aplikasi yang dapat diakses dalam jangkauan yang lebih luas.

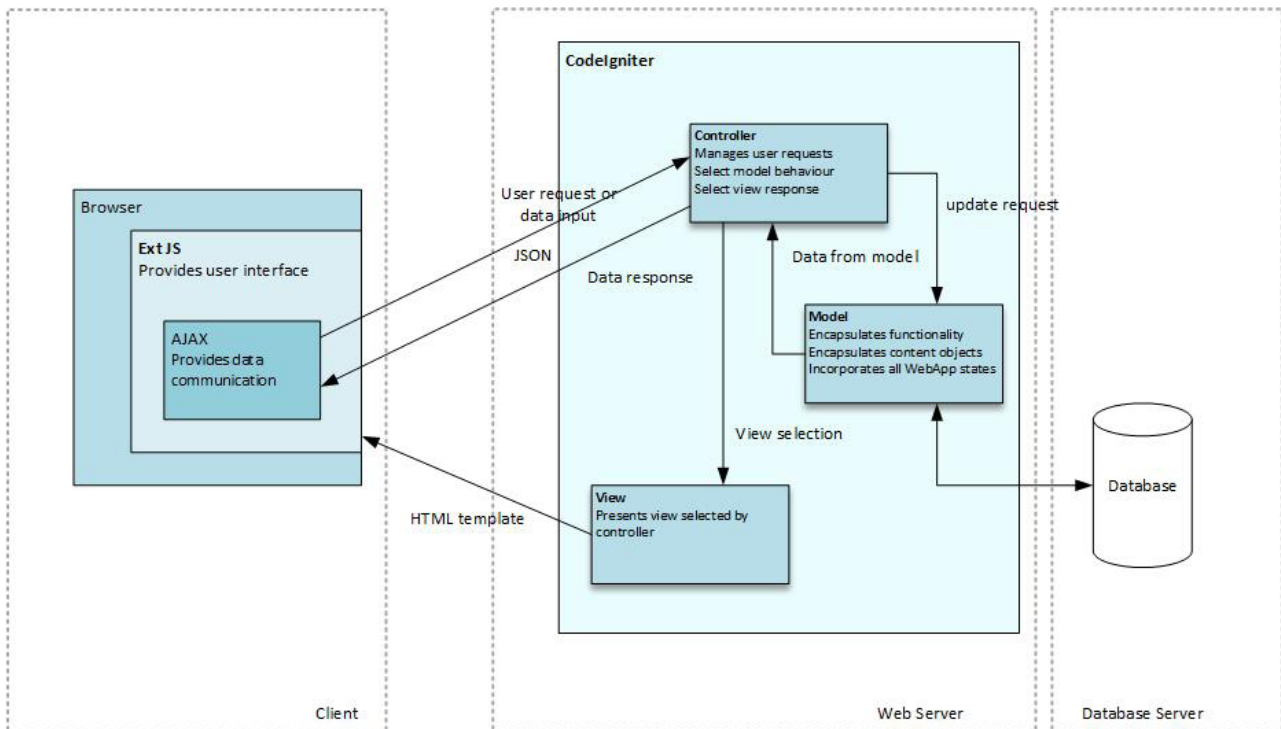
C. Keuntungan Aplikasi Berbasis Web

Berbeda dengan aplikasi *stand-alone* yang merupakan aplikasi bulat utuh, aplikasi web hidup pada sistem web yang terdiri dari *web server*, *browser* dan jaringan internet yang sudah tersedia sebagai infrastruktur. Pengembang aplikasi web tidak perlu membuat *web server*, *browser* atau membangun jaringan internet, sehingga keuntungan dalam pengembangan aplikasi berbasis web adalah kecepatan dalam pembuatan dan implementasi. Selain itu, penggunaan browser yang tersedia di berbagai platform, membuat aplikasi web menjadi mudah untuk dikembangkan lebih lanjut dan memiliki kompatibilitas dalam pemakaiannya [11].

Menurut Charles J Cooper aplikasi web merupakan instrumen yang efektif dan efisien dalam pengumpulan data

Tabel 1. TKT yang diadopsi BPPT dari TRL NASA

Tingkat	Keterangan
1	Prinsip dasar dari teknologi telah diteliti dan tercatat.
2	Formulasi konsep teknologi dan aplikasinya
3	Pembuktian konsep (<i>proof-of-concept</i>) fungsi dan/atau karakteristik penting secara analitis dan eksperimental.
4	Validasi kode, komponen dan atau kumpulan komponen dalam lingkungan laboratorium.
5	Validasi kode, komponen dan atau kumpulan komponen dalam lingkungan yang relevan
6	Demonstrasi Model atau Prototipe Sistem/ Subsystem dalam lingkungan yang relevan.
7	Demonstrasi prototipe sistem dalam lingkungan/aplikasi sebenarnya
8	Sistem telah lengkap dan memenuhi syarat (<i>qualified</i>) melalui pengujian dan demonstrasi dalam lingkungan/aplikasi sebenarnya
9	Sistem benar-benar teruji/terbukti melalui keberhasilan pengoperasian



Gambar 1. Arsitektur aplikasi TKT Online

[12], karena itu pengembangan aplikasi pengukuran TKT berbasis web dapat memudahkan dalam mengumpulkan data-data hasil pengukuran TKT, yang dapat diolah lebih lanjut untuk memberikan gambaran mengenai status kesiapan teknologi berbagai penelitian dan pengembangan teknologi yang ada di Indonesia.

D. Arsitektur Aplikasi

Aplikasi web merupakan kombinasi beberapa teknologi seperti HTML, database, dan program yang dijalankan di server, arsitektur aplikasi yang paling sesuai untuk web mengikuti pola MVC (*Model-View-Controller*) [15], yang pada perkembangannya halaman web tidak berupa HTML semata, melainkan telah diperkaya dengan JavaScript dan AJAX, yang menjadikan halaman web menjadi interaktif.

Aplikasi TKT Online dikembangkan menggunakan arsitektur MVC berbasis web, yang terdiri dari ExtJS sebagai framework user interface dan CodeIgniter sebagai framework application server. AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*) digunakan sebagai metode pertukaran data antara browser dan server dengan JSON sebagai format.

CodeIgniter adalah framework yang menyediakan fungsi-fungsi aplikasi web yang didasarkan pada bahasa pemrograman PHP. Sedangkan ExtJS adalah framework antarmuka berbasis JavaScript yang memberikan tampilan aplikasi yang konsisten, sehingga sebuah sistem mudah dipelajari. Selain itu, ExtJS mendukung berbagai browser, menyediakan komponen antarmuka yang kaya untuk dapat menghasilkan aplikasi web yang interaktif, menautkan data dua arah (*two-way binding*), menyederhanakan kerumitan fungsi-fungsi JavaScript

misalnya dalam implementasi metode AJAX [13],[14] sehingga pengembangan antarmuka aplikasi menjadi lebih cepat diselesaikan.

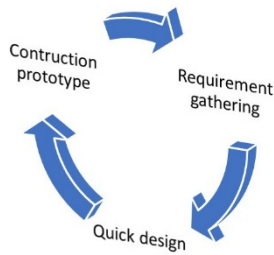
Pada pola MVC, Model adalah bagian sistem yang menangani tugas-tugas yang berkaitan dengan data, View bertanggung jawab mengatur tampilan antarmuka [16], sedangkan *Controller* berfungsi sebagai pengendali *Model*, *View*, dan sumber daya lain yang diperlukan untuk memproses permintaan HTTP dan menghasilkan halaman web atau data JSON.

Sebagai sebuah aplikasi web yang interaktif yang banyak melibatkan interaksi pengguna, komponen View dipartisi menjadi *client* dan *server* [17]. Ext JS sebagai framework antarmuka pengguna, dipanggil dan ditampilkan melalui View, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

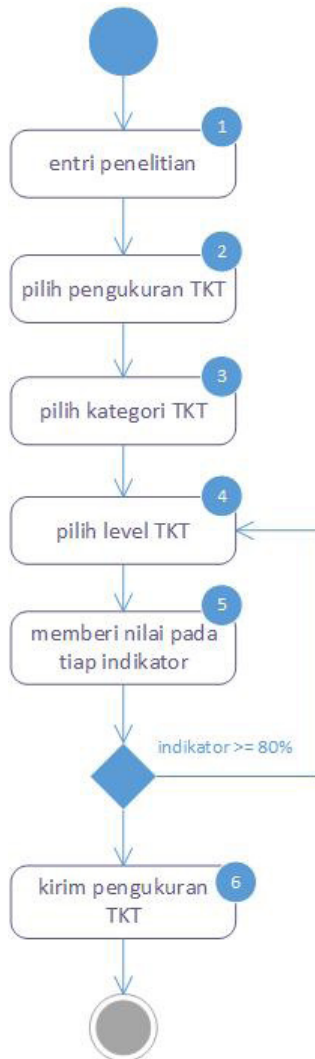
III. METODE

Pengembangan aplikasi web sebagaimana disarankan Boichichio dan Paiano menggunakan metode *prototyping*, sebab lingkungan pengembangan web mendukung *prototyping*, dan dalam beberapa kasus, prototype menjadi platform implementasi [18].

Tahapan-tahapan *prototyping* seperti diilustrasikan dalam Gambar 2 meliputi: (1) *requirement gathering* dengan cara mendengarkan kebutuhan pengguna, (2) *quick design*, proses perancangan yang menerjemahkan kebutuhan pengguna menjadi kebutuhan sistem dalam bentuk *mock-up*, (3) *contruction prototype*, proses pemrograman yang mengubah rancangan menjadi *prototype* yang telah dibuat dengan program komputer yang kemudian dievaluasi bersama pengguna untuk



Gambar 2. Paradigma *prototyping* menurut Roger Pressman



Gambar 3. Diagram untuk proses *self assessment*

menyempurnakan kebutuhan sistem yang dikembangkan [19]. Salah satu item yang menjadi perhatian dalam evaluasi *prototype* adalah desain antarmuka, agar sistem mudah dipahami dan digunakan [20].

Dengan dukungan framework CodeIgniter dan ExtJS yang telah menyediakan beragam *library* pengembangan web maka proses pembuatan prototype dan rancangan antarmukanya menjadi lebih mudah dilakukan.

A. Perancangan Aplikasi

Pengguna utama aplikasi pengukuran TKT adalah

peneliti, tim penilai, penanggung jawab, dan sekretariat. Peneliti adalah koordinator penelitian yang bertanggung jawab melakukan pengukuran TKT secara *self assessment*. Peneliti melakukan pengisian data kegiatan, melakukan pengukuran TKT, dan mengirimkannya untuk diverifikasi Tim Penilai dan divalidasi oleh Penanggung Jawab.

Pengguna kedua adalah Tim Penilai atau disebut juga Verifikator, yaitu tim yang terdiri dari para pakar di bidangnya, yang dibentuk oleh penanggung jawab lembaga. Tugas tim adalah melakukan verifikasi dan penilaian kembali atas *self assesment* yang dilakukan oleh peneliti.

Pengguna berikutnya adalah Penanggung Jawab atau disebut Validator, penanggung jawab membentuk sekretariat dan tim pelaksana untuk lembaganya, penanggung jawab juga berwenang melakukan pengesahan/validasi terhadap hasil pengukuran yang telah diverifikasi.

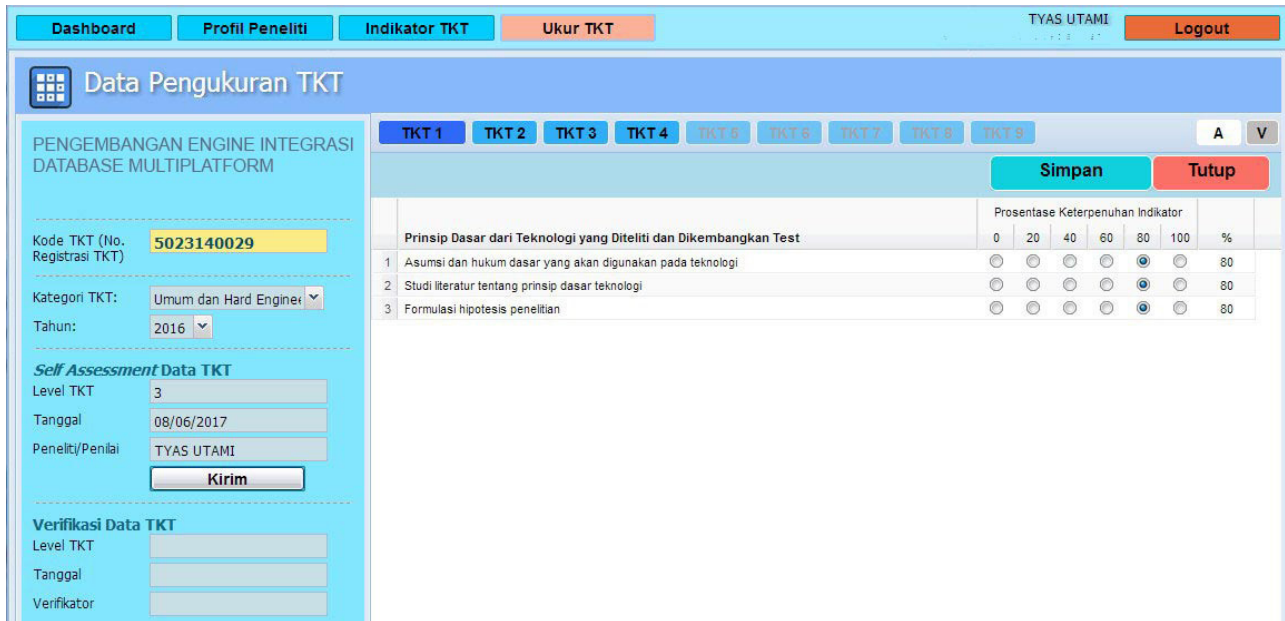
Adapun Sekretariat adalah pengguna yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan pengukuran TKT di lembaganya dengan menyediakan sarana untuk mengakses aplikasi dan sosialisasi penggunaannya, sekretariat bertugas menginput data tim pelaksana dan penanggung jawab ke dalam sistem.

B. Proses-proses dalam Pengukuran TKT

Ada tiga proses utama dalam pengukuran TKT, yaitu: *self assessment*, verifikasi, dan validasi. *Self assessment* adalah aktivitas yang dilakukan peneliti untuk mengukur level TKT terhadap hasil penelitiannya. Alur proses *self assessment* digambarkan dalam Gambar 3 dengan penjelasan diagram sebagai berikut:

1. Peneliti memasukkan data kegiatan penelitian; Sistem menampilkan kode TKT untuk kegiatan penelitian tersebut;
2. Peneliti menekan tombol pengukuran; Sistem menampilkan halaman pengukuran TKT, menyajikan pilihan kategori TKT dan menyajikan tombol-tombol level TKT 1 s.d. level TKT 9;
3. Peneliti memilih kategori TKT;
4. Peneliti memilih level TKT; Sistem menampilkan serangkaian pernyataan berupa indikator-indikator TKT untuk kategori yang dipilih pada level TKT 1;
5. Peneliti memberikan nilai capaian untuk masing-masing indikator, dimulai dari level TKT 1. Apabila nilai rata-rata indikator suatu level mencapai sekurang-kurangnya 80% maka peneliti dapat melanjutkan ke level TKT 2. Hal ini terus dilakukan ke level-level berikutnya yang bisa dicapai;
6. Peneliti menekan tombol kirim sebagai langkah terakhir pengukuran level TKT.

Adapun proses verifikasi dilakukan oleh Tim Penilai. Aktivitas yang dilakukan dalam verifikasi adalah menilai kembali setiap indikator pada tiap-tiap level TKT yang



Gambar 4. Antarmuka pengukuran TKT

sudah diukur oleh peneliti. Sedangkan proses validasi adalah aktivitas pengesahan yang dilakukan oleh penanggung jawab.

C. Perancangan Antar Muka Proses Self Assessment

Rancangan antar muka proses *self assessment* ditunjukkan pada Gambar 4, rancangan menggambarkan bagian-bagian yang diperlukan dalam proses. Dengan kemudahan penggunaan library antarmuka Ext JS, *prototyping* dilakukan untuk menghasilkan rancangan tampilan mendekati tampilan aplikasi sebenarnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai aplikasi berbasis web, pengujian *prototype* dilakukan dengan cara meng-*hosting* aplikasi dengan alamat *website* <http://tkt.ristekdikti.go.id>. Bagi pengguna, koneksi Internet dibutuhkan untuk mengakses dan menggunakan aplikasi ini.

Pengujian terhadap *prototype* telah dilakukan baik secara internal di dalam tim maupun secara eksternal dengan cara mensosialisasikan sistem Pengukuran TKT Online melalui workshop-workshop di perguruan tinggi dan LPNK atau menjadi bagian dari kegiatan sosialisasi Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) yang dilaksanakan Kemenristekdikti. Pengukuran TKT secara online juga diterapkan sebagai persyaratan dalam pengajuan proposal Program Pengembangan Teknologi Industri (PPTI) dan

Tabel 2. Jumlah pengukuran TKT pada tahun 2016 dan 2017

Tahun	Jumlah Pengukuran
2016	660
2017	2627
Total	3287

proposal INSINAS.

Tabel 2. Jumlah pengukuran TKT pada tahun 2016 dan 2017

Selama tahun 2016 hingga pertengahan tahun 2017 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, terdapat 3287 penelitian telah diukur tingkat kematangannya melalui pengukuran TKT secara online.

Dari penelitian-penelitian yang telah diukur TKT-nya tersebut, data hasil pengukuran menunjukkan gambaran penelitian yang ada di Indonesia. Gambar 5 memperlihatkan peta dan status penelitian yang ada di Indonesia berdasarkan bidang dan capaian level TKT.

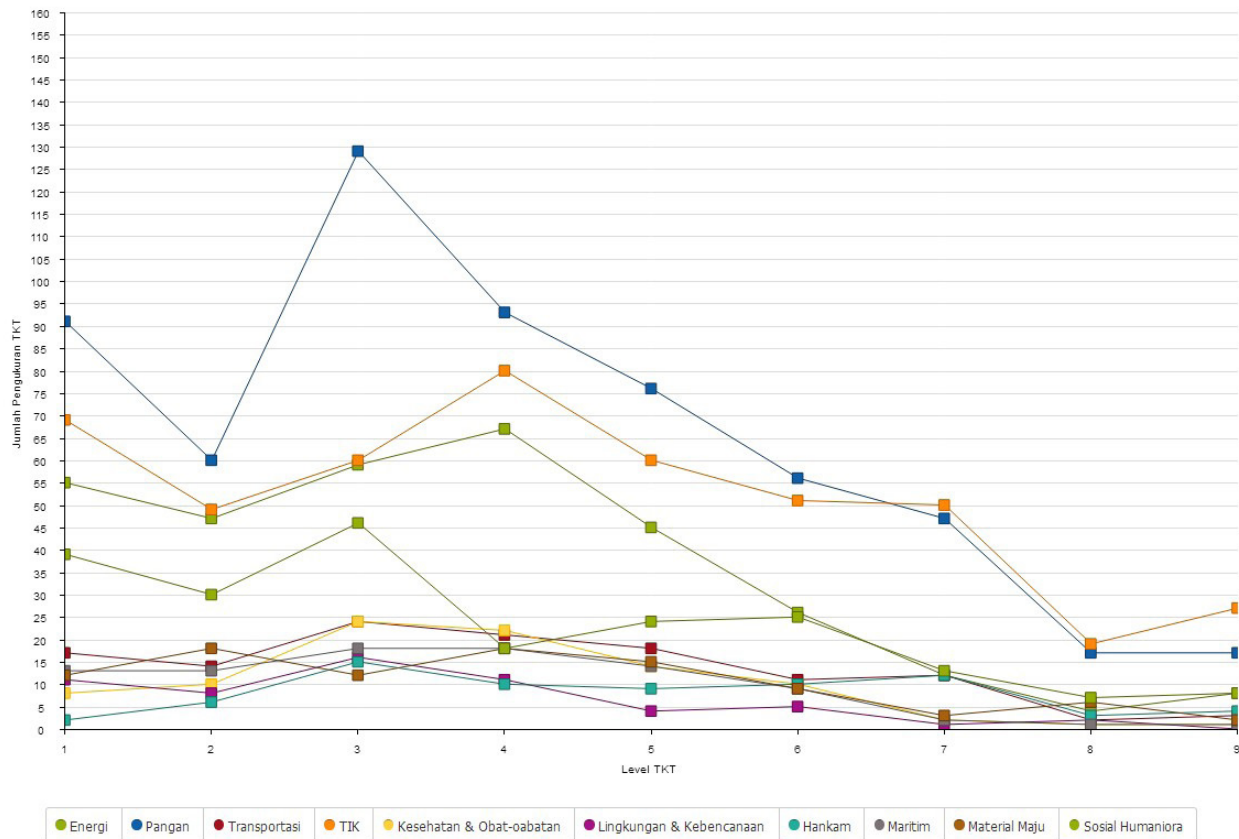
Hasil pengukuran TKT selama sosialisasi menunjukkan bahwa penelitian yang paling banyak dilakukan di Indonesia adalah penelitian bidang pangan dengan level TKT terbanyak pada level 3, kemudian level 4 dan level 5.

V. KESIMPULAN

Pengukuran TKT diperlukan untuk mengetahui tingkat kematangan teknologi, dengan mengetahui di tingkat mana status sebuah penelitian dan pengembangan teknologi, maka usaha untuk mendorong pengembangan teknologi ke arah teknologi yang siap diterapkan menjadi lebih fokus dan terarah.

Berbeda dengan pengukuran TKT menggunakan Tekno-Meter, pengukuran TKT berbasis web memberikan kemudahan dalam pendistribusian, penggunaan aplikasi, dan pengelolaan data hasil pengukuran. Sekalipun masih dalam pengembangan, *prototype* menggunakan CodeIgniter dan ExtJS sudah berhasil diimplementasikan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses pengukuran TKT dapat dilakukan dari berbagai wilayah di Indonesia dan data-data yang dihasilkan dapat memberi gambaran mengenai status dan tingkat kematangan dari beberapa bidang penelitian.



Gambar 5. Jumlah pengukuran berdasarkan bidang dan level TKT

REFERENSI

- [1] World Economic Forum, *The Global Competitiveness Report The Global Competitiveness Report*, vol. 5, no. 5. 2016.
- [2] Arwanto and K. B. Prayitno, "Tekno-Meter Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi: Suatu Upaya Mengurai Stagnasi Inovasi di Lembaga Litbang dan Penguatan Hubungan Pemasok-Pengguna," in *Prosiding Forum Tahunan Pengembangan Iptek dan Inovasi nasional*, 2014, p. 205.
- [3] J. C. Mankins, "Technology Readiness Levels," White Pap. April, p. 5, 1995.
- [4] J. Straub, "In search of technology readiness level (TRL) 10," *Aerosp. Sci. Technol.*, vol. 46, no. 701, pp. 312–320, 2015.
- [5] T. T. (BPPT), *Buku Teknometer*. BPPT, 2011.
- [6] J. C. Lemos and M. F. Chagas, "Application of maturity assessment tools in the innovation process: converting system's emergent properties into technological knowledge," *RAI Rev. Adm. e Inovação*, vol. 13, no. 2, pp. 145–153, 2016.
- [7] K. Tomaschek, A. L. Olechowski, S. D. Eppinger, and N. R. Joglekar, "A Survey of Technology Readiness Level Users.," *INCOSE Int. Symp. (IS 2016)*, vol. 26, no. 1, pp. 2101–2117, 2016.
- [8] H. Nakamura, Y. Kajikawa, and S. Suzuki, "Multi-level perspectives with technology readiness measures for aviation innovation," *Sustain. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 87–101, 2013.
- [9] Kemenristekdikti, "Peraturan Menteri Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi No. 42 Tahun 2016." 2016.
- [10] W. L. Nolte, B. M. Kennedy, and J. Dziegiel Roger J., "Technology Readiness Level Calculator," White Pap. Air Force Res. Lab. 2004., pp. 1–16, 2003.
- [11] Z. Lin, "Design and Implementation of WEB-based Computer Experiment Management System," vol. 9, no. 1, pp. 7–12.
- [12] C. J. Cooper, S. P. Cooper, D. J. del Junco, E. M. Shipp, R. Whitworth, and S. R. Cooper, "Web-based data collection: detailed methods of a questionnaire and data gathering tool," *Epidemiol. Perspect. Innov.*, vol. 3, no. April, p. 1, 2006.
- [13] A. Dayalan, *Ext JS 6 By Example*. Packt Publishing, 2015.
- [14] C. A. Méndez, C. Villa, and A. Gonzalez, *Learning ExtJS*. Packt Publishing, 2015.
- [15] A. Freeman, "Pro ASP.NET MVC 5 Platform," *Pro ASP.NET MVC 5 Platf.*, pp. 3–8, 2014.
- [16] D. P. Pop and A. Altar, "Designing an MVC model for rapid web application development," *Procedia Eng.*, vol. 69, pp. 1172–1179, 2014.
- [17] J. Kuuskeri and T. Mikkonen, "Partitioning web applications between the server and the client," *Proc. 2009 ACM Symp. Appl. Comput. - SAC '09*, p. 647, 2009.
- [18] M. Bochicchio and R. Paiano, "Prototyping web applications," *Proc. ACM Symp. Appl. Comput.*, vol. 2, pp. 978–983, 2000.
- [19] R. S. Pressman, *Software Engineering A Practitioner's Approach 7th Ed* - Roger S. Pressman. 2009.
- [20] G. F. Grade, "Hci and Its Effective Use in Design and Development of Good User Interface," pp. 176–180, 2014.

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

