

KAJIAN EVALUASI TINGKAT KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI (TKT) PENELITIAN DI BATAN

Harini Wahyuningrum¹, Oly Desrianti¹

1) Biro Perencanaan, BATAN, Jakarta, Indonesia, hningrum@batan.go.id

ABSTRAK

KAJIAN EVALUASI TINGKAT KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI (TKT) PENELITIAN DI BATAN. Kegiatan penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah banyak dilakukan, namun hasilnya masih belum dimanfaatkan oleh industri di Indonesia. Pemanfaatan hasil invensi yang telah dilakukan oleh para peneliti dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian nasional. Hal ini selaras dengan konsep Sistem Inovasi Nasional yang menekankan bahwa hasil litbang seharusnya berdasarkan kepada *demand driven*, tidak lagi berlandaskan kepada *supply push*. Kegiatan litbang di BATAN belum seluruhnya dapat diadopsi oleh industri maupun masyarakat. Hal ini terjadi karena sebagian teknologi yang dihasilkan belum siap dihilirkan. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi menerbitkan Peraturan Menristekdikti Nomor 42 Tahun 2016 Tentang Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT). Peraturan tersebut dapat menjadi acuan para pelaku litbang dalam mengurangi resiko kegagalan pemanfaatan teknologi dan mengetahui kesiapterapan suatu teknologi. BATAN belum memiliki hasil evaluasi TKT yang cukup memadai, sehingga memungkinkan terjadi pengulangan TKT maupun keterlambatan pencapaian TKT. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil evaluasi TKT penelitian BATAN tahun 2015 - 2019 serta bagaimana rekomendasi kebijakan strategisnya. Tujuan Penelitian ini adalah mengevaluasi TKT penelitian BATAN tahun 2015 – 2019 serta merumuskan rekomendasi kebijakan strategisnya. Metodologi pengambilan data penelitian menggunakan data sekunder. Metodologi pengolahan data menggunakan analisis deskriptif untuk mengevaluasi TKT penelitian BATAN dan merumuskan kebijakan strategisnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data TKT penelitian tahun 2015 – 2019 berada pada rentang TKT 1 – TKT 7. Jumlah penelitian yang menyatakan TKT pada dokumen perencanaan cukup bervariasi, tahun 2015 sejumlah 45 penelitian, tahun 2016 sejumlah 107 penelitian, tahun 2017 sejumlah 92 penelitian, tahun 2018 sejumlah 98 penelitian, dan tahun 2019 sejumlah 100 penelitian. Dari jumlah tersebut tidak seluruhnya merupakan TKT yang berlanjut, sebagiannya tidak dapat dilanjutkan menjadi TKT yang lebih tinggi. Langkah kebijakan strategis yang dapat diambil adalah mengawal penelitian yang telah mencapai TKT 8 atau TKT 9 agar siap dihilirkan kepada industri dan masyarakat.

Kata kunci: Tingkat Kesiapterapan Teknologi, kebijakan strategis, litbang BATAN

ABSTRACT

EVALUATION STUDY TECHNOLOGY READINES LEVEL (TRL) RESEARCH IN BATAN. Research and development activities of science and technology have been widely conducted, but the results are still not utilized by the industry in Indonesia. Utilization of invention results that have been done by the researchers can make a significant contribution to the national economy. This is in line with the concept of the National Innovation System which emphasizes that R & D results should be based on demand driven, no longer based on supply push, where science and technology developers are encouraged to develop an invention that can be cast into industry as a user of science and technology. R & D activities at the National Nuclear Energy Agency (BATAN) have not been entirely adopted by industry or society. This happens because some of the technology that is produced is not ready to be reduced. The Ministry of Research, Technology and Higher Education issued the Regulation of the Minister of Research and Technology Number 42 Year 2016 on Technology Readiness Level (TRL). The regulation can be a reference for R & D actors in reducing the risk of failure of technology use and knowing the readiness of a technology. BATAN has not had sufficient TRL evaluation results, allowing for repetition of TRL and delays in the achievement of TRL. The formulation of the problem in this research is how the result of BATAN's TRL research in 2015 - 2019 and how its strategic policy recommendation. The purpose of this research is to evaluate TRL BATAN research in 2015 - 2019 and to formulate its strategic policy recommendation. Methodology of data retrieval

using secondary data. Methodology of data processing using descriptive analysis to evaluate TRL BATAN research and formulate its strategic policy. The research results show that TRL data from 2015 to 2019 are in the range of TRL1 - TRL 7. The number of studies which stated that TRL in the planning document varies considerably, by 2015 a total of 45 researches, 2016 of 107 studies, 2017 of 92 research, 2018 of 98 research, and by 2019 a total of 100 studies. Of these, not all of them are continuing TRLs, some of which could not be continued into higher TRLs. Strategic policy steps that can be taken is to guard research that has reached TRL 8 or TRL 9 to be ready to be cast off to industry and society.

Key words: Technology Readiness Level (TRL), Strategic policy, BATAN's R&D

PENDAHULUAN

Kegiatan penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah banyak dilakukan, namun hasilnya masih belum dimanfaatkan oleh industri. Pemanfaatan hasil invensi yang telah dilakukan oleh para peneliti dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian nasional. Hal ini selaras dengan konsep Sistem Inovasi Nasional yang menekankan bahwa hasil litbang seharusnya berdasarkan kepada *demand driven*, tidak lagi berlandaskan kepada *supply push* ^[1]. Kematangan inovasi berperan besar dalam pertumbuhan dan kesuksesan sebuah industri ^[2], sehingga inovasi teknologi yang dihasilkan oleh lembaga penelitian dan pengembangan diharapkan dapat dipasarkan secara efektif ^[3].

Kegiatan litbang di BATAN belum seluruhnya dapat diadopsi oleh industri maupun masyarakat. Hal ini terjadi karena sebagian teknologi yang dihasilkan belum siap dihilirkan sehingga hasil penelitian hanya berakhir pada laporan dan publikasi ilmiah. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi menerbitkan Peraturan Menristekdikti Nomor 42 Tahun 2016 tentang Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT). Pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) wajib dilakukan terhadap teknologi hasil kegiatan penelitian dan pengembangan yang didanai dengan anggaran pemerintah atau dikerjasamakan dengan pemerintah ^[4]. TKT dapat mengukur sejauh mana suatu teknologi sesuai untuk disebar pada lingkup operasi yang sesungguhnya. Hal ini sering digunakan sebagai ukuran risiko yang terkait dengan pengenalan teknologi baru ke dalam sistem yang ada dan prosedur operasi standar ^[5]. Hasil pengukuran TKT ini dapat memberikan informasi penting tentang status dan

pencapaian kematangan (*maturity*) dari teknologi yang dihasilkan lembaga litbang ^[6]. TKT merupakan sistem metrik/sistem pengukuran sebagai pendukung penilaian kematangan teknologi tertentu dan membandingkan kematangan antara teknologi yang berbeda ^[7]. Hasil dari pengukuran TKT dapat menjadi acuan para pelaku litbang dalam mengurangi resiko kegagalan pemanfaatan teknologi dan mengetahui kesiapterapan suatu teknologi.

Saat ini, BATAN belum memiliki hasil evaluasi TKT yang cukup memadai, sehingga memungkinkan terjadi pengulangan TKT maupun keterlambatan pencapaian TKT. Secara basis data, BATAN telah memiliki data TKT setiap suboutput kegiatan pada aplikasi Sistem Informasi Perencanaan Litbangyasa (SIPL). Data TKT tersebut masih berupa penilaian mandiri para peneliti/penanggung jawab kegiatan saat mengusulkan Kerangka Acuan Kerja (KAK) kegiatannya. Meskipun data tersebut belum terverifikasi oleh Tim Penilai TKT Lembaga namun dapat digunakan sebagai bahan kajian evaluasi penerapan dan pengukuran TKT di BATAN. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil evaluasi TKT penelitian BATAN tahun 2015 - 2019 serta bagaimana rekomendasi kebijakan strategisnya. Tujuan Penelitian ini adalah mengevaluasi TKT penelitian BATAN tahun 2015 - 2019 serta merumuskan rekomendasi kebijakan strategisnya. Hasil rekomendasi kebijakan tersebut diharapkan dapat berkontribusi dalam mempercepat proses hilirisasi produk penelitian kepada masyarakat yang pada akhirnya akan meningkatkan daya saing nasional.

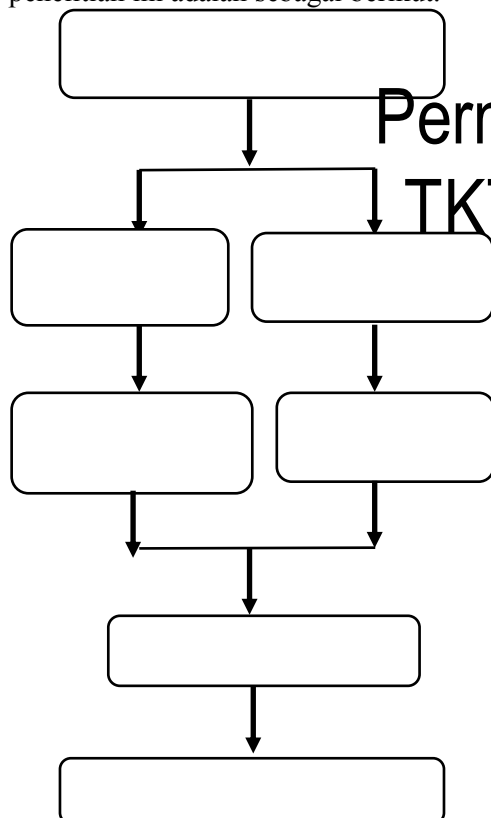
METODE

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan secara tepat sifat-sifat suatu individu, kelompok tertentu, atau menentukan frekuensi penyebaran suatu gejala, atau frekuensi adanya pengaruh tertentu antara suatu gejala lain dalam masyarakat [8]. Teknik pengumpulan data dan informasi dalam penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder diperoleh dari literatur dan dokumen BATAN serta basis data TKT pada SIPL2. Pada penelitian ini, yang menjadi lokus penelitian adalah 23 unit kerja di BATAN. Periode pengambilan data dilakukan untuk tahun 2015 - 2019. Pemetaan TKT dilakukan terhadap data Kerangka Acuan Kerja (KAK) yang disusun oleh Penanggung Jawab/Peneliti Suboutput BATAN. Penanggung jawab menginput data TKT pada program SIPL2 yang telah disesuaikan dengan Permenristekdikti Nomor 42 Tahun 2016 tentang Tingkat Kesiapterapan Teknologi.

Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menginput pada aplikasi Microsoft Office Excel kemudian mengolah dan menganalisisnya untuk menjawab tujuan penelitian. Kerangka pemikiran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, metodologi penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Mengumpulkan sumber data yang meliputi data sekunder. Sumber data sekunder dilakukan melalui inventarisir dokumen peraturan terkait TKT dan pengumpulan basis data TKT pada SIPL2.
2. Melakukan telaah peraturan terkait pengukuran TKT .
3. Mengolah data TKT kegiatan litbang BATAN tahun 2015 – 2019.
4. Melakukan analisis deskriptif berdasarkan hasil pemetaan TKT kegiatan litbang BATAN tahun 2015 – 2019.
5. Merumuskan kebijakan strategis pengelolaan litbang di BATAN dalam rangka mempercepat proses hilirisasi produk litbang BATAN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahun 1980, *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) menerapkan 7 level/tingkatan *Technology Readiness Level* (TRL) untuk menilai risiko yang terkait dengan pengembangan teknologi. Pada tahun 1990, metrik ini telah berevolusi menjadi sembilan tingkat seperti yang ada saat ini dan telah banyak digunakan sebagai sistem metrik/pengukuran sistematis dalam menilai kematangan teknologi tertentu dan untuk membandingkan kematangan antara berbagai tingkat. Kerangka pemikiran yang diatur dalam Permenristekdikti No. 42 Tahun 2016 tersusun dalam 9 level/tingkatan yang masing-masing tingkatan memiliki indikator capaian sebagaimana berikut.

TKT 1: Prinsip dasar dari teknologi diteliti dan dilaporkan.

1. Asumsi dan hukum dasar (sebagai contoh fisika/kimia) yang akan digunakan pada teknologi (baru) telah ditentukan,
2. Studi literatur (teori/empiris atas riset terdahulu) tentang prinsip dasar teknologi yang akan dikembangkan,
3. Formulasi hipotesis riset (bila ada).

TKT 2: Formulasikonsep dan/atau aplikasi formulasi

1. Peralatan dan sistem yang akan digunakan, telah teridentifikasi,

2. Studi literatur (teoritis/empiris) teknologi yang akan dikembangkan memungkinkan untuk diterapkan,
3. Desain secara teoritis dan empiris telah teridentifikasi,
4. Elemen-elemen dasar dari teknologi yang akan dikembangkan telah diketahui,
5. Karakterisasi komponen teknologi yang akan dikembangkan telah dikuasai dan dipahami,
6. Kinerja dari masing-masing elemen penyusun teknologi yang akan dikembangkan telah diprediksi,
7. Analisis awal menunjukkan bahwa fungsi utama yang dibutuhkan dapat bekerja dengan baik, Model dan simulasi untuk menguji kebenaran prinsip dasar,
8. Riset analitik untuk menguji kebenaran prinsip dasarnya,
9. Komponen-komponen teknologi yang akan dikembangkan, secara terpisah dapat bekerja dengan baik,
10. Peralatan yang digunakan harus valid dan reliable, dan
11. Diketahui tahapan eksperimen yang akan dilakukan.

TKT 3: Pembuktian konsep fungsi dan/atau karakteristik penting secara analitis dan eksperimental

1. Studi analitik mendukung prediksi kinerja elemen-elemen teknologi,
2. Karakteristik/sifat dan kapasitas unjuk kerja sistem dasar telah diidentifikasi dan diprediksi,
3. Telah dilakukan percobaan laboratorium untuk menguji kelayakan penerapan teknologi tersebut,
4. Model dan simulasi mendukung prediksi kemampuan elemen-elemen teknologi,
5. Pengembangan teknologi tsb dgn langkah awal menggunakan model matematik sangat dimungkinkan dan dapat disimulasikan,
6. Riset laboratorium untuk memprediksi kinerja tiap elemen teknologi,
7. Secara teoritis, empiris dan eksperimen telah diketahui komponen-komponen sistem teknologi tersebut dapat bekerja dengan baik,
- 12.

TKT 4: Validasi komponen/subsistem dalam lingkungan laboratorium

1. Test laboratorium komponen-komponen secara terpisah telah dilakukan,
2. Persyaratan sistem untuk aplikasi menurut pengguna telah diketahui (keinginan adopter),
3. Hasil percobaan laboratorium terhadap komponen2 menunjukkan bahwa komponen tersebut dapat beroperasi,
4. Percobaan fungsi utama teknologi dalam lingkungan yang relevan,
5. Prototipe teknologi skala laboratorium telah dibuat,
6. Riset integrasi komponen telah dimulai,
7. Proses 'kunci' untuk manufakturnya telah diidentifikasi dan dikaji di laboratorium, dan
8. Integrasi sistem teknologi dan rancang bangun skala laboratorium telah selesai (low fidelity).

TKT 5: validasi komponen/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan

1. Persiapan produksi perangkat keras telah dilakukan,
2. Riset pasar (marketing research) dan riset laboratorium untuk memilih proses fabrikasi,
3. Prototipe telah dibuat,
4. Peralatan dan mesin pendukung telah diuji coba dalam laboratorium,
5. Integrasi sistem selesai dengan akurasi tinggi (high fidelity), siap diuji pada lingkungan nyata/simulasi,
6. Akurasi/ fidelity sistem prototipe meningkat,
7. Kondisi laboratorium di modifikasi sehingga mirip dengan lingkungan yang sesungguhnya, dan
8. Proses produksi telah direview oleh bagian manufaktur.

TKT 6: Demonstrasi model atau prototype system/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan

1. Kondisi lingkungan operasi sesungguhnya telah diketahui,
2. Kebutuhan investasi untuk peralatan dan proses pabrikan teridentifikasi,
3. M&S untuk kinerja sistem teknologi pada lingkungan operasi,
4. Bagian manufaktur/ pabrikan menyetujui dan menerima hasil pengujian laboratorium,

5. Prototipe telah teruji dengan akurasi/fidelitas laboratorium yang tinggi pada simulasi lingkungan operasional (yang sebenarnya di luar laboratorium), dan
6. Hasil Uji membuktikan layak secara teknis (engineering feasibility).

TKT 7: Demonstrasi prototype system dalam lingkungan sebenarnya

1. Peralatan, proses, metode dan desain teknik telah diidentifikasi,
2. Proses dan prosedur fabrikasi peralatan mulai diuji cobakan,
3. Perlengkapan proses dan peralatan test / inspeksi diuji cobakan didalam lingkungan produksi,
4. Draft gambar desain telah lengkap,
5. Peralatan, proses, metode dan desain teknik telah dikembangkan dan mulai diujicobakan,
6. Perhitungan perkiraan biaya telah divalidasi (design to cost),
7. Proses fabrikasi secara umum telah dipahami dengan baik,
8. Hampir semua fungsi dapat berjalan dalam lingkungan/kondisi operasi,
9. Prototipe lengkap telah didemonstrasikan pada simulasi lingkungan operasional,
10. Prototipe sistem telah teruji pada uji coba lapangan, dan
11. Siap untuk produksi awal (Low Rate Initial Production- LRIP)

TKT 8: Sistem telah lengkap dan handal melalui pengujian dan demonstrasi dalam lingkungan sebenarnya

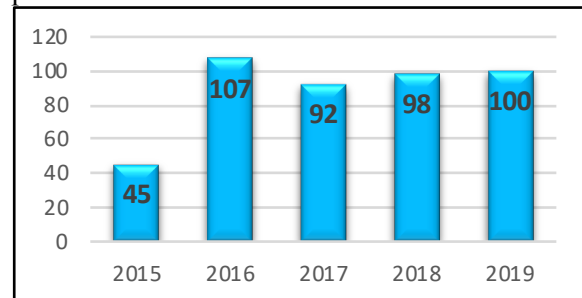
1. Bentuk, kesesuaian dan fungsi komponen kompatibel dengan sistem operasi,
2. Mesin dan peralatan telah diuji dalam lingkungan produksi,
3. Diagram akhir selesai dibuat,
4. Proses fabrikasi diujicobakan pada skala percontohan (pilot-line atau LRIP),
5. Uji proses fabrikasi menunjukkan hasil dan tingkat produktifitas yang dapat diterima,
6. Uji seluruh fungsi dilakukan dalam simulasi lingkungan operasi,
7. Semua bahan/ material dan peralatan tersedia untuk digunakan dalam produksi,
8. Sistem memenuhi kualifikasi melalui test dan evaluasi (DT&E selesai), dan

9. Siap untuk produksi skala penuh (kapasitas penuh).

TKT 9: Sistem benar-benar teruji/terbukti melalui keberhasilan pengoperasian

1. Konsep operasional telah benar-benar dapat diterapkan,
2. Perkiraan investasi teknologi sudah dibuat,
3. Tidak ada perubahan desain yg signifikan,
4. Teknologi telah teruji pada kondisi sebenarnya,
5. Produktivitas pada tingkat stabil,
6. Semua dokumentasi telah lengkap,
7. Estimasi harga produksi dibandingkan kompetitor, dan
8. Teknologi kompetitor diketahui.

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 [10]. Berdasarkan data sekunder yang dihimpun dari SIPL2, Jumlah penelitian yang menyatakan TKT dalam dokumen KAK bervariasi. Distribusi jumlah KAK yang memiliki TKT pada rentang waktu 2015 – 2019 dapat dilihat pada Gambar 1.

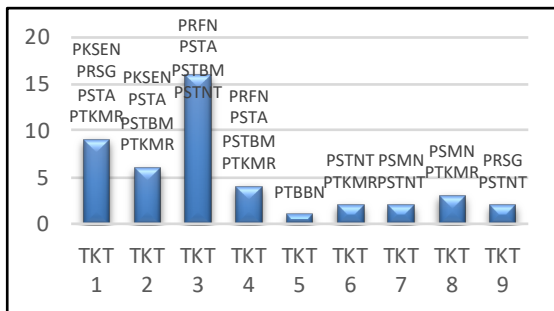


Gambar 1. Grafik Distribusi KAK yang menyatakan TKT

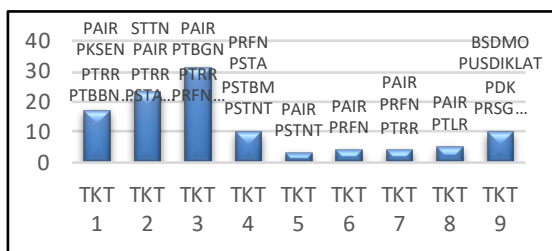
Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa penelitian yang menyatakan TKT dalam dokumen KAK melonjak lebih dari 200% setelah tahun 2015. Penyebab tingginya partisipasi pengisian data TKT pada KAK salah satunya disebabkan oleh bimbingan teknis pengisian TKT yang diberikan kepada penanggung jawab kegiatan/peneliti saat dilakukan sosialisasi KAK. Jumlah penelitian yang menyatakan TKT pada dokumen perencanaan cukup bervariasi, tahun 2015

hanya berjumlah 45 penelitian, tahun 2016 sejumlah 107 penelitian, tahun 2017 sejumlah 92 penelitian, tahun 2018 sejumlah 98 penelitian, dan tahun 2019 sejumlah 100 penelitian.

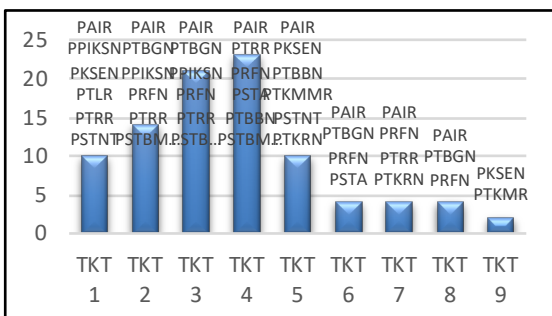
Pernyataan TKT pada dokumen KAK bervariasi dari TKT 1 – 9. Pada Gambar 2-6 berikut ini dapat kita lihat sebaran level TKT penelitian BATAN dari tahun 2015 – 2019.



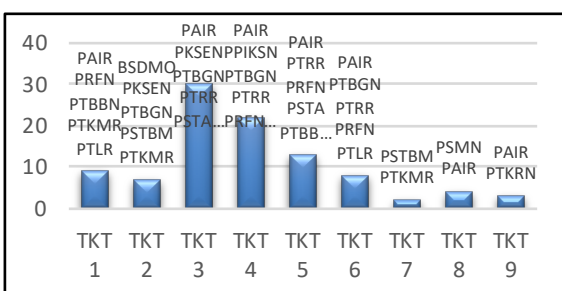
Gambar 2. Grafik sebaran TKT pada tahun 2015



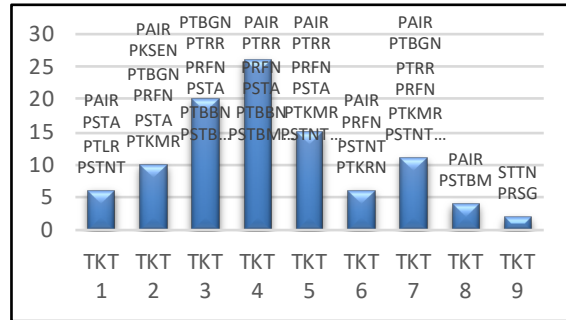
Gambar 3. Grafik sebaran TKT pada tahun 2016



Gambar 4. Grafik sebaran TKT pada tahun 2017



Gambar 5. Grafik sebaran TKT pada tahun 2018



Gambar 6. Grafik sebaran TKT pada tahun 2019

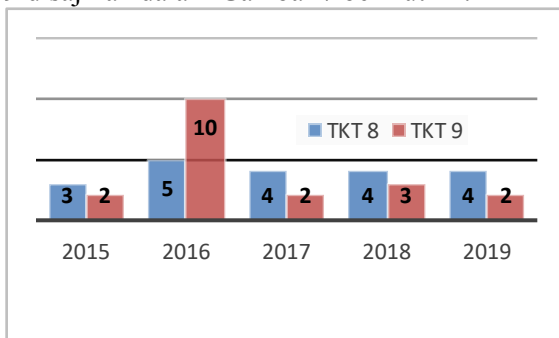
Berdasarkan data TKT tahun 2015, penelitian BATAN paling banyak berada pada TKT 1 sampai dengan TKT 4. Sebaran TKT tahun 2016 masih didominasi oleh TKT 1 sampai dengan TKT 4. Sebaran TKT tahun 2017 didominasi oleh TKT 1 sampai dengan TKT 5, sedangkan sebaran TKT tahun 2018 telah bergeser dominasinya menjadi TKT 3 sampai dengan TKT 6. Pada akhir periode renstra 2019 sebaran TKT BATAN didominasi oleh TKT 3 sampai dengan TKT 7. Berdasarkan pola sebaran TKT antar tahun dapat diketahui bahwa pergerakan penelitian BATAN mayoritas mengalami peningkatan level TKT.

Untuk melihat keberlanjutan TKT penelitian BATAN antar tahun, maka perlu untuk dianalisis penelitian yang memiliki pola TKT berlanjut dan yang tidak berlanjut. Analisis dilakukan secara purposive sampling [11] terhadap judul KAK Prototipe Bahan Smart Magnet (PSTBM). Pada tahun 2016, KAK Prototipe Bahan Smart Magnet berada pada TKT 1, pada tahun 2017 meningkat menjadi TKT 2, tahun 2018 menjadi TKT 3 dan di tahun 2019 menjadi TKT 8. Namun demikian, tidak seluruh KAK mengalami peningkatan level TKT pada tahun berikutnya. Contoh KAK yang tidak mengalami peningkatan TKT yaitu KAK Prototipe Siklotron proton 13 MeV untuk produksi radioisotop tersertifikasi (PSTA). Pada tahun 2016, KAK Prototipe Siklotron proton 13 MeV untuk produksi radioisotop tersertifikasi berada pada TKT 4, tahun 2017 – 2019 kegiatan tersebut masih tetap berada pada level TKT 4. Untuk meningkatkan level TKT Prototipe Siklotron proton 13 MeV untuk produksi radioisotop tersertifikasi, tim peneliti harus mampu mencapai setidaknya 80% dari indikator yang dipersyaratkan. Meskipun setiap level TKT memiliki indikator/parameter yang

kelas, namun pengisian data TKT oleh peneliti memungkinkan terjadinya unsur subyektifitas. Sebagai contoh KAK Metode pengendalian Terpadu Nyamuk Vektor Penyakit Vilariasis dan Malaria dengan Teknik Serangga Mandul/TSM (PAIR) berada pada TKT 1 di tahun 2016, meningkat menjadi TKT 5 di tahun 2017, dan menurun menjadi TKT 2 di tahun 2019.

Peningkatan level TKT sangat penting untuk diketahui pimpinan/pengambil kebijakan BATAN karena terkait dengan kebijakan organisasi yang ingin memasyarakatkan produk/hasil penelitiannya.

Analisis lebih lanjut adalah menginventarisir penelitian BATAN yang memiliki level TKT 8 dan level TKT 9. Hasil inventarisir penelitian dengan TKT 8 dan TKT 9 disajikan dalam Gambar 7 berikut ini.

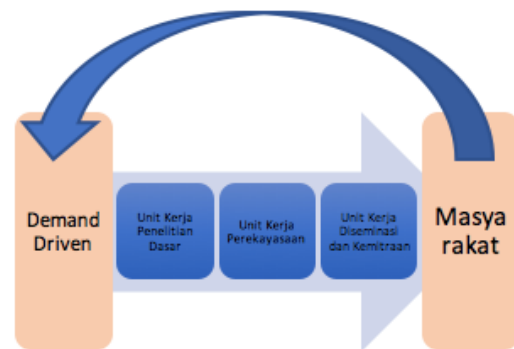


Gambar 7. Penelitian dengan TKT 8 dan TKT 9

Berdasarkan grafik pada Gambar 7, dapat diketahui bahwa penelitian BATAN tahun 2015 dengan level TKT 8 sejumlah 3 KAK dan TKT 9 sejumlah 2 KAK. Penelitian BATAN tahun 2016 dengan level TKT 8 sejumlah 5 KAK dan TKT 9 sejumlah 10 KAK. Penelitian BATAN tahun 2017 dengan level TKT 8 sejumlah 4 KAK dan TKT 9 sejumlah 2 KAK. Penelitian BATAN tahun 2018 dengan level TKT 8 sejumlah 4 KAK dan TKT 9 sejumlah 3 KAK. Penelitian BATAN tahun 2019 dengan level TKT 8 sejumlah 4 KAK dan TKT 9 sejumlah 2 KAK.

Gambaran litbang BATAN dengan TKT 8 dan 9 tersebut dapat dijadikan dasar dalam merumuskan kebijakan strategis BATAN untuk menghilirkan hasil penelitiannya kepada masyarakat. Produk litbang/prototip yang telah siap untuk dimitrakan dengan mitra pengguna atau mitra produsen dapat dipromosikan secara intensif oleh Pusat Diseminasi dan Kemitraan. Produk litbang yang masih rendah level TKT nya

dapat didorong untuk meningkatkan level TKT. peningkatan level TKT suatu penelitian tidak harus dilakukan oleh kelompok peneliti yang sama, dalam hal ini peran Biro Perencanaan sangat penting karena dapat mengorganisasikan penelitian. Bentuk pengorganisasiannya dapat berupa memindahkan penelitian yang telah siap direkayasa (fase *engineering*) tersebut kepada kelompok peneliti yang memiliki spesialisasi perekayasaan (PRFN). Setelah dari PRFN dan telah mencapai level TKT 8 atau level TKT 9, maka produk litbang tersebut siap untuk dimitrakan dan didiseminasikan oleh Pusat Diseminasi dan Kemitraan. Siklus tersebut digambarkan dengan alur litbang BATAN berikut ini.



Gambar 8. Konsep hilirisasi litbang BATAN berdasarkan TKT

Berdasarkan gambar 8 diatas, dapat dijelaskan rumusan kebijakan hilirisasi hasil litbang BATAN berasal dari kebutuhan masyarakat dan peneliti melakukan litbang berdasarkan demand driver. Setelah produk litbang telah selesai fase skala laboratorium, maka unit kerja yang berperan berikutnya adalah PRFN untuk melakukan perekayasaan hasil litbang. Setelah produk litbang selesai dilakukan perekayasaan, maka produk tersebut siap untuk dicarikan mitra potensialnya oleh PDK.

KESIMPULAN

Jumlah penelitian yang menyatakan TKT pada dokumen perencanaan cukup bervariasi, tahun 2015 hanya berjumlah 45 penelitian, tahun 2016 sejumlah 107 penelitian, tahun 2017 sejumlah 92 penelitian, tahun 2018 sejumlah 98 penelitian, dan tahun 2019 sejumlah 100 penelitian.

Berdasarkan data TKT tahun 2015, penelitian BATAN paling banyak berada pada TKT 1 sampai dengan TKT 4. Sebaran TKT tahun 2016 masih didominasi oleh TKT 1 sampai dengan TKT 4. Sebaran TKT tahun 2017 didominasi oleh TKT 1 sampai dengan TKT 5, sedangkan sebaran TKT tahun 2018 telah bergeser dominasinya menjadi TKT 3 sampai dengan TKT 6. Pada akhir periode renstra 2019 sebaran TKT BATAN didominasi oleh TKT 3 sampai dengan TKT 7.

Rumusan kebijakan hilirisasi hasil litbang BATAN berasal dari kebutuhan masyarakat dan peneliti melakukan litbang berdasarkan demand driver. Setelah produk litbang telah selesai fase skala laboratorium, maka unit kerja yang berperan berikutnya adalah PRFN untuk melakukan perekayasaan hasil litbang. Setelah produk litbang selesai dilakukan perekayasaan, maka produk tersebut siap untuk dicarikan mitra potensialnya oleh PDK.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kepala Biro Perencanaan Bapak Ir. Ferly Hermana, MM dan Kepala Bagian Perencanaan Program Bapak Muhammad Busthomi, S.Si yang telah memberikan masukan dan mengizinkan kami untuk melakukan kajian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Undang-Undang No. 18 Tahun 2002 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- [2] M.C. Lee, T. Chang, W.T.C. Chien, "An Approach For Developing Concept of Inovation Readiness Levels," *International Journal of Managing Information Technology*, Vol. 3, No. 2, May 2011
- [3] G. S. Day, P. J. Schoemaker, R. Gunther, "Managing Emerging Technologies," The Wharton School, John Wiley and Sons, Inc, 2000
- [4] Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor 42 Tahun 2016 tentang Tingkat Kesiapterapan Teknologi.
- [5] D. W. Engel, A.C. Dalton, K. Anderson, C. Sivaramakrishnan, C. Lansing, "Development of Technology Readiness Level (TRL) Metrics and Risk Measures", *Pacific Northwest National Laboratory for The United States Department of Energy under Contract DE-AC05-76RL01830*, USA, 2012
- [6] A. I. Hermanu, "Bahan Paparan Pengukuran dan Penetapan Tingkat Kesiapterapan Teknologi," *Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan*, Jakarta, Maret 2017.
- [7] E. H. Conrow, "Estimating Technology Readines Level Coefficients," *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol. 48. No. 1, January-February 2011. PP 146 – 152
- [8] Indriantoro, Supomo, "Metodologi Penelitian Bisnis Untuk Akuntansi dan Manajemen" Edisi Pertama: BPFE Yogyakarta, 1999
- [9] B. Sauser, D. Verma, J. Marquez, R. Gove, "From TRL to SRL: The Concept of Systems Readiness Levels", In *Proceedings of Conference on System Engineering Research*, Los Angeles, CA, April 7-8, 2006
- [10] H. M. Elmatsani, "Jurnal Rekayasa Elekrika," Vol. 13 No. 3, *Pengembangan Aplikasi Pengukuran TKT Online*, Desember 2017
- [11] HAIR et al., *Essential of Marketing Research: the McGraw-Hill Companies*, 2008

DISKUSI

Pertanyaan (Pak Bagiyono – Pusdiklat)
Mengapa pola TKT tidak seluruhnya naik seiring dengan bertambahnya tahun?

Jawaban (Pemakalah)
Data TKT merupakan data rencana kerja tahun N+1, perubahan penanggung jawab dan persepsi yang berbeda terkait tahapan TKT menyebabkan ketidakkonsistenan pengisian/input level TKT penelitiannya.