

PERAN PERGURUAN TINGGI MELALUI *TECH FOR KIDS* DALAM USAHA MENDORONG SISWA MINAT TERHADAP ILMU-ILMU TEKNIK

M.Yogi pangestu^{1,*}, Setia Budi Wijaya², Ajay³, Desi Oktavia⁴
Muhammad Zikri Amrullah⁵, Azhari Ahmadi⁶, Harits Aditya Nugraha⁷
^{1,2,3,4,5,6,7}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang 29115

*denyusyrwan@umrah.ac.id

ABSTRAK

Perguruan tinggi merupakan tempat menghasilkan inovasi yang dapat dipergunakan untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat melalui penelitian-penelitian yang di didiseminasikan ke masyarakat. Selain hal tersebut, peran serta perguruan tinggi sangat diperlukan untuk dapat menghasilkan ilmuwan dan technopreneuer yang dapat bersaing di era revolusi industri 4.0. Pelatihan yang dilaksanakan secara rutin mingguan dengan pola pendampingan oleh mahasiswa yang bertindak sebagai fasilitator. Dalam pelatihan tersebut siswa akan diberikan pemahaman awal mengenai proses desain rekayasa beserta tahapan untuk dapat menghasilkan inovasi yang bermanfaat di lingkungannya. Kemampuan non teknis seperti analisa permasalahan dan solusi, penyampaian gagasan bersama rekan di dalam satu kelompok akan ditumbuhkan dengan latihan-latihan yang diberikan. Demikian juga dengan kemampuan teknis siswa didalam menggunakan perangkat lunak Autodesk inventor untuk menggambar purwarupa dari hasil sketsa diatas kertas. Dari hasil pelatihan didapatkan hasil yang memuaskan, dibuktikan dengan keaktifan masing-masing siswa didalam pelatihan dan kemampuan siswa dalam menghasilkan purwarupa tiga dimensi. Selain itu, sekolah juga melihat pentingnya peran serta perguruan tinggi melalui *tech for kids* dalam usaha mendorong siswa untuk minat terhadap ilmu-ilmu teknik dan menjadi ilmuwan atau rekayasawan unggul yang dapat bersaing secara global.

Kata kunci: inovasi, pelatihan, rekayasa, sekolah, siswa

ABSTRACT

Higher education is a place to produce innovations that can be used to improve people's lives through research that is disseminated to society. In addition to this, the role of higher education is needed to produce scientists and technopreneuers who can compete in the industrial revolution era 4.0. The training is held regularly weekly with a mentoring pattern by students acting as facilitators. In the training students will be given an initial understanding of the engineering design process along with the stages to be able to produce useful innovations in their environment. Non-technical abilities such as problem analysis and solutions, the delivery of ideas with colleagues in one group will be grown with the exercises provided. Likewise with the students' technical abilities in using Autodesk Inventor software to draw prototypes from the results of sketches on paper. From the results of the training, the results were satisfactory, as evidenced by the activeness of each student in the training and students' ability to produce three-dimensional prototypes. In addition, the school also saw the importance of the participation of universities through tech for kids in an effort to encourage students to take an interest in technical sciences and become superior scientists or engineers who can compete globally.

Keywords: innovation, training, engineering, school, students

1. PENDAHULUAN

Saat ini peneliti mengidentifikasi bahwa pengenalan pendidikan untuk bidang rekayasa di sekolah menengah adalah periode penting untuk meningkatkan kesadaran dan peminatan siswa tentang rekayasa sebagai jalur karir. Oleh karena itu, diperlukan sebuah pendekatan yang diharapkan dapat memperkenalkan proses rekayasa pada periode tersebut, yaitu dengan mengintegrasikan proses perancangan rekayasa untuk dapat menjadi salah satu komponen pada kurikulum di sekolah menengah (Windl *et. all*, 2019). Selain itu juga perlu melatih pola pikir layaknya insinyur dengan memberikan permasalahan-permasalahan yang menantang, sehingga istilah *engineering is not for me* tidak akan muncul (Lucas dan Hanson, 2016). Peranan penting bagi ilmuwan pada abad ke-21 adalah berperan serta dalam mendidik masyarakat tentang metode dan hasil proses ilmiah (Kastner dan Knight, 2017). Oleh sebab itu, jurusan teknik elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH) Tanjungpinang telah memperkenalkan sebuah program yang dinamakan *Tech for Kids*.

Tech for Kids (TFK) adalah merupakan kegiatan pengenalan proses perancangan rekayasa pada siswa dengan memperkenalkan teknologi dan rekayasa menggunakan pendekatan yang sederhana dan bersahabat, dengan tujuan untuk dapat menumbuhkan minat siswa terhadap rekayasa, dengan cara melatih para siswa untuk mampu bekerja sama, berpikir kreatif dan memahami proses untuk menghasilkan inovasi teknologi yang merupakan solusi yang tepat bagi permasalahan di lingkungannya.

Selain itu, TFK juga menerapkan pola pendampingan selama pelatihan berlangsung, dengan meminta bantuan dari para mahasiswa yang disebut sebagai fasilitator untuk berinteraksi langsung dengan siswa dan siswi SD/SMP selama proses pelatihan berlangsung. Dalam program TFK ini, pemberian motivasi, membangkitkan rasa ingin tau mengenai teknologi dan pendekatan secara emosional kepada para siswa sangat diperlukan untuk menimbulkan minat para siswa mengenal proses rekayasa. Materi-materi dasar akan diberikan pada pertemuan awal dan selanjutnya mengarahkan siswa melakukan observasi untuk dapat menemukan permasalahan-permasalahan di lingkungan

sekolah. Adapun pada tahapan selanjutnya para siswa akan menentukan satu permasalahan utama, dan dengan pola curahan gagasan para siswa akan diminta kembali berdiskusi untuk memberikan solusi-solusi, pola pelatihan ini disebut *divergent and convergent concept*.

Siswa akan diminta untuk menggambarkan sebuah solusi utama terlebih dahulu diatas kertas dan selanjutnya akan didesain menggunakan perangkat lunak autodesk inventor, proses menggambar menggunakan komputer untuk dapat menghasilkan rancangan dinamakan purwarupa virtual, yang merupakan satu bagian dari proses perancangan rekayasa. Bersamaan dengan ini juga akan dilakukan pembuatan purwarupa sederhana untuk melakukan pengujian kegunaan mendapatkan pengalaman terhadap solusi yang sedang dikerjakan. Penulisan ini dimulai dengan informasi dari beberapa pola pengajaran proses desain rekayasa yang telah diterapkan pada beberapa sekolah dasar dan menengah. Selanjutnya penjelasan mengenai metodologi TFK yang dilaksanakan di sekolah dasar atau menengah di Tanjungpinang.

George Lucas Education Foundation (GEF)

George Lucas Education Foundation (GEF) adalah merupakan sebuah lembaga pendidikan untuk anak tingkat sekolah dasar yang didirikan oleh George Lucas pada tahun 1991 sebagai satu bentuk usaha untuk menghasilkan siswa yang kreatif, inovatif dan kolaboratif (<https://www.edutopia.org/>).



Gambar 1. Pola pembelajaran yang berbasiskan projek

Pengenalan proses perancangan rekayasa mempergunakan pendekatan pembelajaran berbasiskan projek. Kerjasama erat antara sekolah dan perguruan tinggi yang didukung oleh industri sebagai fasilitator akan mampu memberikan dukungan positif kepada anak-anak yang sedang belajar untuk mengembangkan diri masing-masing.

Pada **Gambar 1**, menampilkan pola pembelajaran yang berbasiskan proyek yang sudah sangat dikenal di dunia industri, perlu juga untuk memperkenalkan untuk dapat menjadi sebuah pola pembelajaran pada sekolah dasar dan menengah, dengan tujuan untuk melatih siswa dan siswi bekerja secara lebih teratur didalam melakukan tahapan-tahapan proses desain.



Gambar 2. Mengerjakan proyek secara bersama anggota lain didalam kelompok dengan bimbingan guru sekolah

Pada era industri 4.0, diperlukan pribadi yang mampu berkolaborasi, berkomunikasi dan memecahkan permasalahan. Siswa dan siswi diberikan kesempatan untuk mendapatkan pengalaman dengan cara mengerjakan proyek secara bersama anggota lain didalam kelompok dengan tujuan untuk mendapatkan solusi bersama, seperti yang ditampilkan pada **Gambar 2**.

Adams Middle School

Sekolah Menengah John Adams menyediakan pendidikan yang beragam dan lengkap bagi pelajar abad ke-21 yang tertarik pada seni dan teknologi digital. Siswa dan siswi akan mengalami kurikulum yang kaya dan beragam yang mengintegrasikan seni dan teknologi digital, serta akan menjadi pemikir yang kolaboratif, kreatif, komunikatif, dan kritis; membuka jalan bagi pengalaman kehidupan nyata, peluang pasca-sekolah menengah, dan kesuksesan karier (<https://www.gpsid.org>). Silakan lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konsep pendidikan yang mengintegrasikan kurikulum dan digitalisasi

Jackson STEM Middle School

Kekuatan para siswa pada Jackson STEM Middle School berfokus pada kemampuan untuk menerapkan *Softskill* yang dibutuhkan untuk tenaga kerja abad ke-21. Pada **Gambar 4** menampilkan proses desain rekayasa sebagai identitas sekolah., selain itu keterampilan kolaboratif didalam mengerjakan proyek (<https://www.acpsd.net/JMS>)

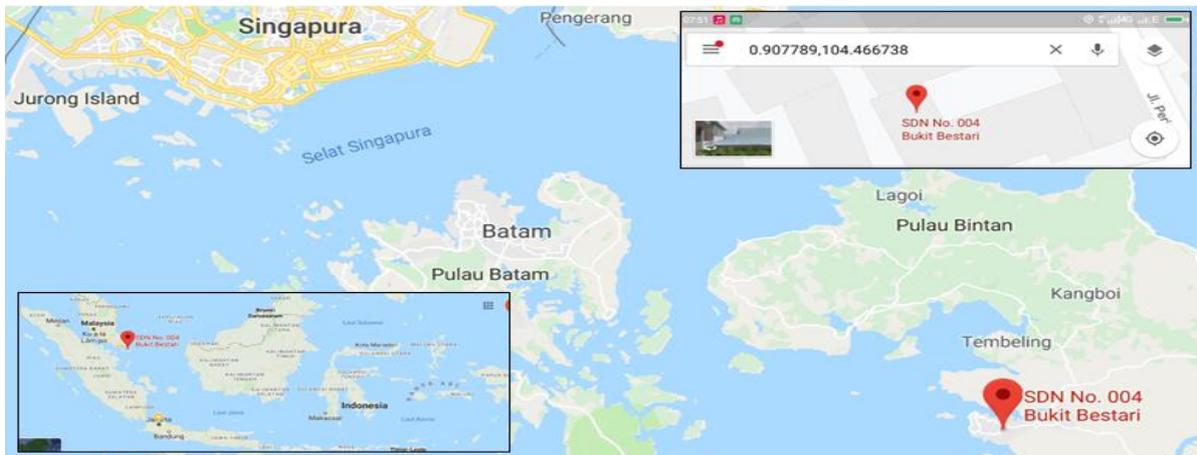


Gambar 4. Proses Desain Rekayasa sebagai identitas Jackson STEM Middle School

2. METODE

SDN004 Bukit Bestari Kota Tanjung Pinang melaksanakan proses belajar pada pagi hingga siang hari dan selanjutnya pada hari tertentu dilaksanakan kegiatan ekstrakurikuler siswa di sore hari. Terletak di wilayah pesisir kota tanjung pinang dan terletak di pulau

Bintan, yang berdekatan dengan pulau Batam dan negara tetangga Singapura dan Malaysia Pada **Gambar 5**, menampilkan lokasi kegiatan TFK yang dilaksanakan di SDN 004 Bukit Bestari Kota Tanjungpinang dan pada **Gambar 6** menampilkan keadaan di SDN 004 Bukit Bestari Kota Tanjung Pinang saat ini.



Gambar 5. Lokasi SDN 004 Bukit Bestari Kota Tanjung Pinang
(<https://www.google.com/maps/>)



Gambar 6. Suasana di SDN 004 Bukit Bestari
Kota Tanjung Pinang

Pelatihan dilaksanakan 1(satu) kali dalam seminggu yang di agendakan pada hari sabtu. Dalam pertemuan pertama diberikan pemahaman kepada siswa mengenai proses desain rekayasa beserta tahapannya. Pada minggu selanjutnya fasilitator pelatihan akan mendampingi siswa dan siswa dalam setiap tahapan hingga menghasilkan luaran pada ahir kegiatan nantinya. Pada **Tabel 1** menampilkan Agenda Pelatihan *Tech for Kids*

Tabel 1. Agenda Pelatihan Tech for Kids

	Materi	Disampaikan Oleh
Pertemuan 1.	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Brainstroming</i> permasalahan 2. Penentuan masalah utama 3. <i>Brainstorming</i> solusi 4. <i>Sketching</i> (menggunakan kertas dan pena/pensil) 5. Menggambar menggunakan perangkat lunak autodesk inventor 6. Pengujian 	fasilitator pelatihan
Pertemuan 2-5	Menggunakan komputer untuk menghasilkan purwarupa digital menggunakan Autodesk Inventor	fasilitator pelatihan dan siswa/i
Pertemuan akhir	Presentasi hasil pelatihan	Siswa/i

Adapun nama mahasiswa yang menjadi fasilitator dalam pelatihan dan siswa yang terlibat dalam pelatihan *Tech for Kids* dapat dilihat pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Data Peserta dan Fasilitator Penamping Pelatihan *Tech for Kids*

Nama Sekolah	Dosen Pembimbing	Siswa	Fasilitator pendamping
SDN 004 Bulit Bestari Kota Tanjung Pinang	Deny Nusyirwan, S.T., M.Sc.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raffi Andrian.N 2. Tedi Irwansyah 3. Faiz Akbar Pradana 4. Abrian Octario 5. M. Iqbal Fahrullah 6. Rara Pramudita Wahyudi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. M.Yogi pangestu 2. Setia Budi Wijaya 3. Ajay 4. Desi Oktavia 5. Muhammad Zikri Amrullah 6. Azhari Ahmadi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan *Tech for kids* dilaksanakan secara regular mingguan di sekolah dasar dan menengah di kota tanjung pinang. Beberapa sekolah telah dipilih sebagai awal kegiatan yang selanjutnya akan dikembangkan ke sekolah lainnya.



Gambar 7. Suasana ruangan pada pertemuan pertama

Mahasiswa sebagai pelaksana lapangan akan menjadi fasilitator untuk siswa-siswi di sekolah dalam pelaksanaan kegiatan. Pada **Gambar 7** menampilkan suasana ruangan pada pertemuan pertama. Fasilitator yang terdiri dari mahasiswa bersama Guru mempersiapkan keperluan untuk presentasi dan memberikan informasi awal kepada siswa mengenai kegiatan rutin mingguan mengenai proses desain rekayasa

Setelah selesai pada tahapan awal, pengantar mengenai proses desain rekayasa kepada peserta, maka pelatihan dilanjutkan dengan tahapan berikut.

Etnografi

Saat ini teknologi yang dihasilkan adalah merupakan solusi terhadap permasalahan yang ada di masyarakat, oleh sebab itu diperlukan data yang lengkap terhadap permasalahan yang ada pada masyarakat di satu daerah. Untuk itu diperlukan pola pendekatan secara sial yang dinamakan etnografi.

Etnografi adalah merupakan bagian awal dari Proses Desain Rekayasa, dimana dalam observasi tahapan ini diperlukan pendekatan secara sosial dan memerlukan jangka waktu tertentu didalam pelaksanaannya di lapangan. Pendekatan secara sosial berupa hidup bersama di lingkungan masyarakat dan melakukan aktifitas seperti biasa di masyarakat setempat. Selanjutnya melakukan pendataan mengenai pola hidup masyarakat tersebut yang akan dijadikan sebagai masukan untuk inovasi berbasis teknologi.



Gambar 8. Dosen pembimbing dan Mahasiswa sebagai fasilitator berintegrasi langsung dengan siswa *tech for kids*

Dengan metode observasi yang berbasis etnografi, peneliti akan dapat mengumpulkan data secara lengkap dengan melihat dan mengalami secara langsung peristiwa dan kondisi apa yang terjadi, hal ini sangat dianjurkan karena kesulitan yang dialami oleh pengguna untuk mengekspresikan kebutuhan dan keinginan mereka (Blindheim *et.al*, 2019). Pada **Gambar 8** menunjukkan mahasiswa sebagai fasilitator pelatihan berintegrasi langsung dengan siswa, melakukan kegiatan yang sama dan memberikan pandangan-pandangan yang diperlukan untuk melatih siswa dan siswi dalam melakukan observasi terhadap lingkungan sekitarnya.

Curahan gagasan permasalahan

Siswa dan siswi melakukan *brainstorming* terhadap permasalahan yang ada di sekitarnya. Masing-masing siswa menyampaikan secara cepat dengan cara menulis atau menggambar.



Gambar 9. Siswa dan siswi melakukan curahan gagasan

Pada **Gambar 9** menunjukkan suasana yang santai dan *fun* akan menghasilkan dorongan terhadap siswa dan siswi untuk mampu menemukan permasalahan-permasalahan di sekitarnya dengan lebih baik. Fasilitator akan membantu menyediakan peralatan yang diperlukan agar *Brainstorming*

secara cepat. Pola penyampaian gagasan melalui *brainstorming* sangat diperlukan untuk memotivasi siswa mampu berpikir inovatif dan kreatif. Curahan gagasan yang bersifat luas (*divergence*) adalah merupakan pondasi untuk inovasi yang berbasis teknologi, hal ini sering dipahami dengan T concept di dalam bidang rekayasa, dimaksudkan bahwa inovasi yang dihasilkan memiliki pengaruh yang luas dan mendalam.

Adapun aturan-aturan di dalam *brainstorming* adalah menghindari penilaian secara langsung dan membantah ide yang sedang disampaikan., mendorong adanya ide-ide yang luar biasa/aneh, berpikir seperti anak kecil dimana tidak takut akan kesalahan., mengedepankan kuantitas daripada kualitas., mempertahankan semua pembicaraan dan diskusi serta ide yang disampaikan tetap pada topic dan tidak ada yang berbicara secara bersamaan (Nusyirwan, 2018).

Menentukan permasalahan utama

Setelah mengumpulkan permasalahan-permasalahan yang ada di sekolah, selanjutnya akan dilakukan pengelompokan untuk menentukan permasalahan utama nantinya. Permasalahan utama adalah permasalahan yang akan di angkat untuk langkah penentuan solusi, dalam tahapan ini akan di pilih satu masalah saja. Proses diskusi bersama sesama anggota kelompok, selanjutnya memberikan penjelasan terhadap masalah yang akan dijadikan masalah utama. Dalam proses ini perlu dipertimbangkan adalah keputusan yang akan diambil adalah merupakan keputusan bersama anggota lainnya.



Gambar 10. Pengelompokan yang dilakukan secara langsung sesama anggota kelompok untuk menentukan permasalahan utama

Pada **Gambar 10** menunjukkan proses pengelompokan yang dilakukan di depan kelas

secara langsung sehingga dapat dilakukan diskusi internal kelompok, dimana setiap anggota diminta untuk aktif menyampaikan pendapat. Pada tahapan ini dilakukan proses *convergence* terhadap permasalahan.

Penentuan solusi

Tahapan selanjutnya adalah proses *divergence* terhadap permasalahan utama. Beberapa konsep solusi akan diutarakan melalui proses *brainstorming* bersama anggota lainnya dengan mempergunakan kertas untuk menulis atau menggambar solusi. Pada akhir tahapan ini adalah pemilihan satu konsep solusi yang akan dikerjakan pada tahapan selanjutnya. Solusi utama yang diambil adalah merupakan solusi yang akan berdampak luas untuk masyarakat nantinya.



Gambar 11. Proses curahan gagasan untuk mendorong siswa dalam memberikan solusi secara bebas

Pada **Gambar 11** menunjukkan proses curahan gagasan kembali dilakukan untuk memberikan kesempatan kepada siswa-siswi untuk berpikir secara bebas menyampaikan pendapat dengan menggunakan kertas. Setelah tahapan *divergence solution* selesai, maka siswa dan siswi akan menentukan satu solusi yang akan dijadikan sebagai landasan ke tahapan selanjutnya.

Sketching

Sketching diperlukan oleh siswa untuk mampu mendorong ide-ide yang bisa disampaikan lewat brainstorming. Sedangkan untuk pengguna teknologi, akan dapat melihat konsep awal dari solusi yang diberikan. Diskusi secara internal kelompok dapat dilakukan untuk memberikan masukan terhadap rancangan awal. Sangat didorong untuk menggunakan kertas dan pensil karena akan lebih mudah melakukan perubahan jika ada ide lainnya yang akan dikembangkan.

Teknik mensketsa secara manual sesuai untuk menyampaikan ide pada tahapan awal dari penelitian, dimana teknik ini sudah diterapkan oleh perancang (designer) di dunia industri.

Metode perancangan yang menggunakan kertas dan pensil ataupun bahan-bahan pendukung lain sangat dianjurkan untuk menurunkan biaya didalam penelitian. Selain itu tujuan sketsa dalam domain teknik adalah menyediakan komunikasi dan pengambilan keputusan yang lebih cepat pada tahap awal desain, dengan memberikan gabungan visual dan faktual deskripsi untuk peningkatan evaluasi dan pemilihan konsep (Yim dan Lee, 2015). Sketsa desain tidak menggambar sesuatu yang sudah ada, sebagai contoh gambar tokoh, gambar benda hidup dan sejenisnya. Sebaliknya sang desainer terlibat dalam proses berusaha memberikan definisi eksternal kepada sesuatu yang dibayangkan (Tovey *et.al*, 2003) Pada **Gambar 12** dapat dilihat hasil rancangan yang dilakukan oleh siswa.



Gambar 12. Hasil rancangan melalui sketsa yang dilakukan oleh siswa

Purwarupa Virtual

Dalam tahapan ini, telah dimulai menggambar menggunakan komputer untuk mendapatkan tampilan detil awal secara virtual 3 dimensi. Beberapa perubahan dapat dikerjakan secara langsung. Pada **Gambar 13** menunjukkan siswa melakukan proses transformasi dari sketsa yang digambar di atas kertas ke komputer.

Desainer menggunakan model virtual untuk menggantikan purwarupa nyata dan menganalisisnya menggunakan berbagai jenis simulasi yang bertujuan untuk menciptakan kembali kondisi kehidupan nyata di mana produk perlu beroperasi. Proses ini dibantu oleh program komputer modern, yang dibuat untuk membantu para rekayasawan modern dalam pekerjaan mereka. Model virtual dibuat akan mencerminkan gambar nyata, atau sedekat mungkin dengan nyata (Łukaszewicz, 2017). Keuntungan utama dari purwarupa virtual adalah pembuatan purwarupa dari konsep inovasi untuk pengujian awal tidak diperlukan karena setiap penyesuaian akan dilakukan secara langsung dalam realitas virtual dengan mempergunakan simulasi. Purwarupa dapat di eksplorasi secara virtual dan interaktif, selanjutnya dapat dipelajari dan disimulasikan sebelum implementasi di dunia nyata (Wang, 2011).





Gambar 13. Pembuatan purwarupa virtual dari hasil sketsa

Setelah selesai *Tech for Kids*, mahasiswa sebagai fasilitator memberikan sertifikat pelatihan kepada siswa, sila lihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Fasilitator memberikan sertifikat pelatihan kepada siswa dan sertifikat terima kasih kepada sekolah

4. KESIMPULAN

Tech for Kids adalah pengenalan proses perancangan rekayasa pada siswa sekolah dasar dan menengah. Pelatihan ini dimaksudkan untuk memberikan kemampuan teknis siswa menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor untuk menggambarkan purwarupa virtual tiga dimensi. Selain hal tersebut, dengan pelatihan yang diberikan siswa juga diharapkan akan mampu bekerja sama, berpikir kreatif dan memahami proses perancangan rekayasa untuk menghasilkan inovasi teknologi yang merupakan solusi yang tepat bagi permasalahan di lingkungannya. Siswa yang mengikuti pelatihan diberikan kesempatan untuk mendapatkan pengalaman dengan bekerja bersama anggota lain didalam kelompok dengan tujuan untuk mendapatkan solusi bersama. Sekolah berharap, *Tech for Kids* dapat menjadi kegiatan terjadwal untuk kedepannya

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada ketua jurusan dan rekan di jurusan teknik elektro UMRAH serta Sekolah SDN 004 Bukit Bestari Tanjung Pinang yang telah memberikan kesempatan melakukan *Tech for Kids* dalam rangka mempersiapkan inovator dan technopreneuer di masa depan

DAFTAR PUSTAKA

- Blindheim, J., Wulvik, A., dan Steinert, M., (2016) *Using Secondary Video Material for User Observation in The Needfinding Process for New Product Development and Design*, International Design Conference – Design 2016
- Digital Art and Technology Academi at Adam Middle School [Daring]. Tersedia pada <https://www.gpsid.org/site/Default.aspx?PageID=57>, [Diakses : 23 Juli 2019].
- Edutopia – George Lucas Educational Foundation [Daring], Tersedia pada : <https://www.edutopia.org/> , [Diakses : 23 Juli 2019]
- Jackson STEM Middle School [Daring], Tersedia pada : <https://www.acpsd.net/JMS>, [Diakses : 23 Juli 2019].
- Kastner, S., dan Knight, R. T., (2017). Bringing Kids into the Scientific Review Process, *Neuron*, 93(1) : 12-14.
- Lucas, B., dan Hanson, J., (2016). Thinking Like an Engineer: Using Engineering Habits of Mind and Signature to Redesign Engineering Education, *iJEP*, 6(2)
- Łukaszewicz, K., (2017). *Use of CAD Software in the Process of Virtual Prototyping of Machinery*, 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, *Procedia Engineering* 182, 425 – 433
- Nusyirwan, D., (2018). *Design Thinking sebagai Bridge of Innovation Perguruan Tinggi dan Industri di Jurusan Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH)*, *Jurnal Sustainable*, 7(2) : 86-94
- SDN 011 Tanjung Pinang Timur [Daring], Tersedia pada : <https://www.google.com/maps/place/SDN+011+Tanjungpinang+Timur/@-3.1894377,114.8028636,5z/data=!4m5!3m4!1s0x31d96c4c08c8013f:0xe96da318a2f183b9!8m2!3d0.9273065!4d104.5239261> [Diakses : 19 Juli 2019
- Tovey, M., Porter, S., dan Newman, R., (2003). Sketching, concept development and automotive design, *Design Studies*, 24(2) : 135-153
- Wang, Z., (2011). Interactive virtual prototyping of a mechanical system considering the environment effect Part 2: Simulation quality, *Comptes Rendus Mécanique*, 339(9) : 605-615
- Windl, S. A., dar, M. A., Lingle, J. A., Moore, R., dan Asilkalkan, A., (2019). Exploring student understanding of the engineering design process using distractor analysis, *International Journal of STEM Education*
- Yim, H., dan Lee, K., (2015). Preliminary Modular Design for electric Personal Mobility with Design-Engineering Collaboration, *World Electric Vehicle Journal*, WEVJ7-0426