

ISSN : 1412 - 9612
PROSIDING



Simposium Nasional
Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri

RAPI XV 2016

Proses, Bahan, dan Energi Ramah Lingkungan:
Solusi Berkelanjutan Untuk Menghadapi Perubahan Iklim

7 Desember 2016
Hotel Alila, Surakarta



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaykum wa rahmatullahi wa barakaatuhu

Alhamdulillah wa sholatu was salaamu 'alaa Rasulillaah wa 'alaa aalihi wa shahbihi wa man wallahu.

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmatNya kami dapat menyelenggarakan acara Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri (RAPI) yang ke XV tahun 2016 ini pada 7 Desember 2016. Simposium Nasional RAPI adalah acara tahunan yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Telah diselenggarakan untuk yang kelima belas kalinya, sejak penyelenggaraan pertama tahun 2002.

Atas nama panitia pelaksana RAPI XV 2016, kami mengucapkan selamat datang kepada para peserta di lokasi acara yakni Hotel Alila Surakarta, pilihan lokasi yang diharapkan tidak hanya mendukung kesuksesan acara tetapi juga menyediakan sambutan hangat di tengah kebudayaan jawa dan pemandangan khas kota Surakarta. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para pemakalah yang telah berkontribusi dan mendukung acara simposium ini. Tercatat sejumlah 74 makalah telah diseleksi untuk dipresentasikan dari sekitar 92 peserta yang mengirim abstrak.

Latar belakang pengambilan tema simposium bahwa aktivitas manusia yang kurang peduli terhadap lingkungan merupakan penyebab utama perubahan iklim global. Peningkatan gas rumah kaca di atmosfer telah menyebabkan kenaikan temperatur global yang dipicu oleh pembakaran bahan bakar fosil untuk transportasi dan industri. Kondisi ini menyebabkan perubahan cuaca yang ekstrem, banjir, dan kekeringan di berbagai belahan dunia yang sangat membahayakan keberlangsungan hidup manusia. Oleh karena itu usaha-usaha untuk mengurangi pemanasan global dan mencegah perubahan iklim sangat diperlukan. Pengembangan teknologi yang ramah lingkungan yang bertujuan mengurangi limbah untuk mencegah polusi lingkungan menjadi sebuah prioritas untuk mencapai lingkungan yang *sustainable*.

Berdasar uraian di atas, tema yang dipilih untuk simposium kali ini adalah "Proses, Bahan, dan Energi Ramah Lingkungan: Sebuah Solusi berkelanjutan untuk Menghadapi Perubahan Iklim". Teknologi ramah lingkungan harus mencakup semua aspek kehidupan termasuk: bangunan, sistem transportasi, proses industri, sistem informasi, dan pengelolaan air. Simposium ini menyediakan forum untuk mengakomodasi inisiatif dan riset dalam mendesain lingkungan yang *sustainable* melalui penerapan proses, bahan, dan energy yang ramah lingkungan untuk mencegah perubahan iklim.

Sebagai ketua panitia, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh Panitia Pengarah, dan Panitia Pelaksana yang telah berusaha maksimal dan bekerja sama dengan baik hingga terlaksananya acara ini. Terakhir kami mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan keterbatasan sebelum maupun sesudah acara ini

**PANITIA SIMPOSIUM NASIONAL
REKAYASA APLIKASI PERANCANGAN DAN INDUSTRI (RAPI) XV**

Penanggung Jawab	Sri Sunarjono, PhD
Panitia Pengarah	Herry Purnama, PhD Dr. Dhani Mutiari Achmad Kholid Al Ghofari, MT Tri Widodo Besar Riyadi, PhD Mochamad Solikin, PhD Umar, MT Suryaning Setyowati, MT Rois Fatoni, PhD Hafidh Munawir, MEng Ir. HM. Satya Joewana Soepartono, ST. MM Ir. Harsono Wuryanto, MSc Dr. Ir. Kartono Wibowo, MM. MT Ir. AY. Hari Susilo
Ketua	Tri Widayatno, PhD
Wakil Ketua	Hari Prasetyo, PhD
Sekretaris dan Publikasi	Eni Budiyati, MEng Agus Supardi, MT Hartini, ST Ismokoweni, SE
Bendahara	Taurista Perdana Syawitri, ST M. BachtiarSuryoPutro, SE
Reviewer	Denny Vitasari, PhD Wisnu Setiawan, PhD Eko Setyawan, PhD Joko Sedyono, PhD Fajar Suryawan, PhD Nurul Hidayati, PhD
Seksi Acara, Perlengkapan, Dekorasi dan Dokumentasi	Nur Hidayati, PhD Agus Dwi Anggono, PhD
Seksi Sponsorship	Ika Setyaningsih, MT

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	ii
Sambutan Dekan Fakultas Teknik	iv
Sambutan Rektor UMS	v
Panitia Penyelenggara	vi
Daftar Isi	vii

A. PROSES INDUSTRI BERKELANJUTAN

A38 - IMPLEMENTASI PROSES ADSORBSI DALAM MENINGKATKAN KUALITAS MINYAK CENGKEH BAGI KLASTER MINYAK ATSIRI KAB. BATANG	1
Widayat, Hadiyanto dan Hantoro Satriadi	
A76 - RECOVERY LOGAM PERAK DARI LIMBAH CAIR BEKAS PENCUCIAN FOTO RONTGEN: KARAKTERISASI ELEKTROKIMIA	8
Tri Widayatno, Linggar T. Gupita, Senja Imaswati, dan Pahlawani Novitasari	
A86 - PENGUJIAN KARAKTERISTIK PERPINDAHAN PANAS DAN FAKTOR GESEKAN PADA PENUKAR KALOR PIPA KONSENTRIK DENGAN TRAPEZOIDAL-CUT TWISTED TAPE INSERT.....	15
Endra Dwi Purnomo, Indri Yaningsih, Agung Tri Wijayanta	
A87 - PENGARUH PITCH LOUVERED STRIP INSERT TERHADAP PENINGKATAN PERPINDAHAN PANAS PADA PENUKAR KALOR PIPA KONSENTRIK	23
Martina Anantyasuti Susanti, Indri Yaningsih, Agung Tri Wijayanta	
A89 - MENINGKATKAN EFISIENSI PROSES ELEKTROPLATING PERAK DEKORATIF MENUJU UMKM YANG RAMAH LINGKUNGAN	31
Tri Widayatno, Hamid	
A90 – PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS PATI AREN MENJADI BIOETANOL SECARA ENZIMATIS METODE KONVENSIONAL DAN SSF (Simultaneous of saccarification and fermentation)	37
Dewi Astuti Herawati, Evelyta Kusumawardhani, Nony Puspawati	
A91 - REVERSE ENGINEERING OUTER REAR BUMPER MOBIL ESEMKA RAJAWALI R2	46
Sanurya Putri Purbaningrum, Agus Dwi Anggono, Supriyono	

B. OPTIMISASI SISTEM INDUSTRI

B16 - PERENCANAAN PRODUKSI AGREGAT PADA FAMILY PRODUK INTERIOR MINIBUSGUNA MENGOPTIMALKAN PERSEDIAAN DAN BIAYA PRODUKSI	51
---	----

Imam Sodikin, Lutfiyah Hasinah

B39 - RANCANG BANGUN ALAT PENGILING DALAM PROSES PRODUKSI KERUPUK LEGENDAR DI UKM SINAR KOTA SEMARANG58

Meny Suzery, Widayat, Hadiyanto dan Hantoro Satriadi

B48 - ALAT PENCETAK ADONAN KUE KERING DENGAN SISTEM PNEUMATIC PADA UKM PRODUSEN KUE65

Fauzani Ulul Rohman, Muhammad Sanusi, Gamma Kartika

B49 - KINERJA SISTEM KONTROL BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK PEMANTAUAN SEJUMLAH PARAMETER FISIS PADA ANALOGI *SMART GREEN HOUSE*.....70

Arief Goeritno, Bayu Arief Prakoso, Bayu Adhi Prakosa

B53 - BEBAN KERJA FISIK KARYAWAN INDUSTRI BATIK TRADISIONAL77

Jazuli, Tita Talitha, Ratih Setyaningrum, Peni Widyastuti

B55 - PERFORMANSI ALTERNATOF FASE-TUNGGAL DENGAN ROTOR MAGNET PERMANEN FLUKSI RADIAL.....83

Arief Goeritno, Alfian Hidayat, Marjuki

B63 - PERANCANGAN DAN PEMBUATAN GRIPPER SEBAGAI KOMPONEN ROBOT 6-AXIS PADA PROSES OTOMATISASI PRODUCT HANDLING MESIN PLASTIK INJEKSI.....96

Muhammad Hidayat, Muhammad Agus Syahroni, Syahril Ardi

B73 - PERAMALAN KEBUTUHAN SOLAR UNTUK KRP KIJANG INNOVA PADA DIVISI SCM PT XYZ104

Etika Muslimah, Muhammad Luthfi Saqqo

B78 - USULAN PERBAIKAN SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA *ZUPPA ICE CREAM* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *KNOWN PRICE INCREASES*.....111

Halton Novanta , Y.M. Kinley Aritonang

B79 - USULAN PERBAIKAN SISTEM ANGKUTAN KOTA BOGOR UNTUK MENGURANGI KEMACETAN118

Robby Hartono, Bagus Made Arthaya, Alfian

B88 - AUDIT ENERGI DENGAN PENDEKATAN METODE *AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS)* UNTUK PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK (Studi Kasus:PT. ABC)126

Ratnanto Fitriadi, Yanuarti Werdaningsih

C. DESAIN DAN MANAJEMEN PRODUK

C7 - EVALUASI KUALITAS PRODUK *PUSH UP DETECTOR* DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN ERGONOMI135

Ch Desi Kusmindari, Yanti Pasmawati, Ari Muzakir

C9 - EVALUASI IKLIM KESELAMATAN KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE NOSACQ-50 DI PT. PRIMARINDO ASIA INFRASTRUKTUR, TBK. 143
Paulus Sukapto, Harjoto Djojotubroto, Bonita

C18 - PENGARUH DESAIN KATUP UDARA PADA KARAKTERISTIK PENCAMPURAN UDARA MOTOR BENSIN..... 150
IGA Uttariyani, Budi Rochmanto dan Hari Setiaprada

C32 - RANCANG BANGUN KARDUS *PACKAGING* LAPTOP MULTI FUNGSI DENGAN MENGGUNAKAN DATA ANTROPOMETRI (RABU ANTER KAPACK LATIF) 156
Mohamad Danny Haryanto, Muhammad Luthfi Saqqo

C35 - PENERAPAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD) PADA PENGEMBANGAN PRODUK *LOCKER*..... 162
M Kumroni Makmuri, Amiluddin Zahri

C37 - DESAIN LINGKUNGAN FISIK BAGI OPERATOR BAGIAN PEMERIKSAAN.. 170
Yanti Pasmawati, Christofora Desi Kusmindari, Paulus Sukapto, Johanna Renny Octavia

C43 - TANGKI (FUEL TANK) BAHAN BAKAR GAS UNTUK SEPEDA MOTOR: SEBUAH STUDI NUMERIK..... 178
Agung Premomo, Eko Arif Syaefudin , Febriyanto, Wardoyo, Riza Wirawan

C67 - INKUBATOR BAGI KEWIRAUSAHAAN DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA..... 183
Suranto, Muhtadi, Totok Budi Santosa

C77 - USULAN INOVASI BERDASARKAN KELOMPOK PRODUK PADA *FOOD PROCESSOR*..... 190
Jefvie Lois, Catharina Badra Nawangpalupi, Romy Loice

C85 - RANCANG BANGUN MEJA KERJA PENGRAJIN PERAK DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI DAN KAIZEN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS 198
Endang Widuri Asih, Sunarsih, Yuliana Rahmawati

D. PEMBANGUNAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN

D3 - PENGELOLAAN BANGUNAN YANG RAMAH LINGKUNGAN (*GREEN CONSTRUCTION*)DALAM KONTEKS TEKNIK SIPIL 205
Maksum Tanubrata, Ika Gunawan

D46 - KAMPINA: KAMPUNG PRODUKTIF RAMAH ANAK SEBAGAI KOMPONEN PEMBENTUK KETAHANAN KOTA (*RESILIENT CITY*) Studi kasus: Desa Walen, Simo, Boyolali 211
Arlis Hardiyanto, Muhammad Sanusi, Redhita Ria Permatasari

D50 - PENANGANAN PREVENTIF TERHADAP ANCAMAN TANAH LONGSOR DI PERMUKIMAN BUKIT SELILI – SAMARINDA.....219
Zakiah Hidayati , Mafazah Noviana

E. INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN

E6 - VIRTUAL EMISSION IN HIGH SPEED RAIL PROJECT.....227
Robby Yussac Tallar , Harry Wiguna

E34 - KELAYAKAN TARIF BATIK SOLO TRANS (BST) DITINJAU DARI ABILITY TO PAY (ATP) DAN WILLINGNESS TO PAY (WTP)233
Gotot Slamet Mulyono, Nurul Hidayati dan Maharannisa Widi Lestari

F. MANAJEMEN AIR DAN SUMBER DAYA AIR

F10 - EFISIENSI PELUNAKAN AIR SADAH MENGGUNAKAN BENTONIT TERAKTIVASI DENGAN METODE PERTUKARAN ION.....240
Eka Sulistyaningsih

G. MANAJEMEN DAN REKAYASA BANGUNAN

G33 - DISAIN PANJANG LAS PADA SAMBUNGAN LAS GESER EKSENTRIS DENGAN METODE BAGI-DUA (BISECTION).....246
Kamaludin

G52 - INVESTMENT ANALYSIS OF STANDART INNS BECOME THREE STARS ..256
Anik Ratnaningsih, Fery Susanto

G72 - ADAPTASI IKLIM PADA HUNIAN RUMAH TINGGAL YANG MENGHADAP MATAHARI.....265
Vippy Dharmawan , Nanik Rachmaniyah

G80 - IDENTIFIKASI LINGKUP KERJA KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI PADA DOKUMEN KONTRAK UNTUK MENGURANGI RISIKO KETERLAMBATAN PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI DI DKI JAKARTA271
Lusiana Idawati, Manlian Ronald A. Simanjuntak, Paulus Kurniawan

G81 – IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR UTAMA PENYEBAB KETERLAMBATAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI PROYEK *BUDGET HOTEL* DI JAKARTA279
Lusiana Idawati, Manlian Ronald A. Simanjuntak, Fahmi

G83 - LASEM HERITAGE CENTER SEBAGAI UPAYA PELESTARIAN KAWASAN HERITAGE DI LASEM.....285
Esnan Pramono dan Dhani Mutiari

H. PRESERVASI DAN KONSERVASI

H41 - KONSERVASI SPASIAL DAN PSIKOLOGI PADA PERMUKIMAN MIGRAN MADURA KELURAHAN KOTA LAMA - MALANG..... 294
Damayanti Asikin, Antariksa dan Lisa Dwi Wulandari

H51 - NILAI-NILAI TRADISI DAN BUDAYA KERATON SEBAGAI ELEMEN PEMBENTUK STRUKTUR RUANG PERMUKIMAN BALUWARTI SURAKARTA YANG DIBANGUN PADA MASA PAKU BUWANA III (1749-1788M) 302
Tri Hartanto, Tony Atyanto Dharoko dan Yoyok Wahyu Subroto

H64 - KONSEP *COURTYARD* PADA PERMUKIMAN MULTI-ETNIS HISTORIS DI KOTA LAMA GRESIK SEBAGAI KONSEP KEARIFAN LOKAL BERDASARKAN PERSPEKTIF POST-KOLONIAL 310
Dian Ariestadi, Antariksa, Lisa D. Wulandari dan Surjono

I. REKAYASA MATERIAL

I14 - ANALISA SIFAT MEKANIS PISTON BEKAS HASIL PROSES TEMPA..... 318
Kurniawan Joko Nugroho, Ahmad Haryono

I24 - PEMANFAATAN LIMBAH BULU AYAM SEBAGAI MATERIAL PEMBUAT PANEL AKUSTIK..... 323
Ansarullah, Ramli Rahim, Asniawaty

I29 - PENGARUH *CRYOGENIC TREATMENT* TERHADAP KARAKTERISTIK KEAUSAN MDI (*MARTEMPER DUCTILE IRON*)..... 328
Agus Suprpto, Agus Iswantoko, Ike Widyastuti

I30 - PENGARUH KETEBALAN *CORE* MELINTANG PADA REKAYASA DAN MANUFaktur BAHAN KOMPOSIT *HYBRID SANDWICH* TERHADAP PENINGKATAN KEKUATAN BENDING 335
Agus Hariyanto

I31 - TINJAUAN VARIASI DIAMETER BUTIRAN TERHADAP KUAT GESER TANAH LEMPUNG KAPUR (STUDI KASUS TANAH TANON, SRAGEN)..... 341
Qunik Wiqoyah, Anto Budi L, Lintang Bayu P

I54 - FATIGUE ENDURANCE AND HARDNESS CHARACTERIZATION OF DLC (DIAMOND-LIKE CARBON) COATING ON HQ 805 SUBSTRAT 349
Viktor Malau, Priyo Tri Iswanto, Winda Sanni Slat dan Didy Suharlan

I56 - PENGARUH PENGGUNAAN PASIR PANTAI YANG DIBERI PERLAKUAN DAN SUBSTITUSI CANGKANG BUAH SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR 357
Donny F. Manalu, Indra Gunawan dan Joko Eko Susilo

I84 - MORFOLOGI SERAT PELEPAH TANAMAN SALAK HASIL PROSES BIOPULPING MENGGUNAKAN KULTUR *PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM* DAN *TRAMETES VERSICOLOR* 365
Triastuti Rahayu, Aminah Asngad, Suparti

J. TEKNOLOGI INFORMASI RAMAH LINGKUNGAN

J12 - KLASIFIKASI GLAUCOMA MENGGUNAKAN CUP-TO-DISC RATIO DAN NEURAL NETWORK370

Ri Munarto, Endi Permata, Indra Ginanjar A.T

J44 - EVALUASI KUALITAS LAYANAN E-GOVERNMENT PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA DENGAN METODE E-GOVQUAL MODIFIKASI.....379

Prita Haryani

J47 - KINERJA SISTEM KONTROL BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK TAMPILAN PANTAUAN KONDISI INSTALASI KELISTRIKAN PADA OTOBIS ..387

Arief Goeritno, Bayu Adhi Prakosa, Irvan Mustofa

J61 - PENGEMBANGAN JARINGAN BISNIS SOSIAL BERBASIS KOMUNITAS PELAKU USAHA BERBAHAN BAKU UBI KAYU394

Eko Budi Cahyono, Adi Sutanto, Ahmad Juanda, Wahyudi

J62 - SISTEM PENYIARAN RADIO BERBASIS INTERNET DAN MANAJEMEN *REQUEST* LAGU (STUDI KASUS RADIO “RAPMA FM” UMS).....394

Heru Supriyono, Nisa Dwi Septiyanti

J65 - *PROTOTYPE* ALAT IoT (*INTERNET OF THINGS*) UNTUK PENGENDALI DAN PEMANTAU KENDARAAN SECARA *REALTIME*401

Erma Susanti, Joko Triyono

J66 - PEMBUATAN RUANG PAMER 3 MUSEUM SANGIRAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY BERBASIS ANDROID408

Fendi Aji Purnomo, Eko Harry Pratisto dan Roni Abdul Yasir

J69 - KONSEP MEMBANGUN APLIKASI MULTIPLATFORM DENGAN OPTIMALISASI PENGGUNAAN VIEW, FUNCTION DAN TRIGGER PADA RDBMS POSTGRESQL414

Joko Triyono

J70 - PENDETEKSI BEBAN ASIMETRI MENGGUNAKAN APLIKASI ANDROID ..422

Julianus Gesuri Daud, Benny A.P. Loegimin, Janviver Luase

J82 - PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS TEKNOLOGI SESUAI DENGAN GAYA BELAJAR PESERTA DIDIK429

Hernawan Sulistyanto, Sujalwo

J92 - PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK PEMETAAN WISATA ALAM DAN BUDAYA SEBAGAI USAHA PERKEMBANGAN KABUPATEN SUKOHARJO.....436

Bambang Partono, MS Khabibur Rahman

K. ENERGI RAMAH LINGKUNGAN

- K1 - MODEL PEMBANGKITAN LISTRIK HIBRID PV-GENSET BERBASIS KOMUNAL DI PULAU KARIMUNJAWA..... 442
Gunawan, Suryani Alifah, Moh. Arif Raziqy
- K13 - EMISI SMOKE DAN KEAUSAN LOGAM PADA PELUMAS KENDARAAN TRUK BERBAHAN BAKAR BIODIESEL DUA PULUH PERSEN..... 450
Ihwan Haryono, I.G.A. Uttariyani, Siti Yubaidah
- K15 - RANCANG BANGUN TUNGKU PEMANAS UNTUK PANDE BESI YANG RAMAH LINGKUNGAN GUNA MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI ALAT PERTANIAN 458
Imam Sodikin, Joko Waluyo, Yuli Pratiwi
- K20 - ANALISIS KENYAMANAN TERMAL SISWA DI DALAM RUANG KELAS (STUDI KASUS SD INPRES TAMALANREA IV MAKASSAR) 466
Sahabuddin Latif, Ramli Rahim, Baharuddin Hamzah
- K22 - INTENSITAS PENCAHAYAAN ALAMI RUANG KELAS SEKOLAH DASAR DI KOTA MAKASSAR..... 474
Irnawaty Idrus, Baharuddin Hamzah, Rosady Mulyadi
- K23 - PENGARUH LUASAN BUKAAN TERHADAP KENYAMANAN TERMAL RUANG KELAS SISWA PADA BANGUNAN SD NEGERI SUDIRMAN 1 KOTA MAKASSAR..... 480
Muhammad Tayeb, Ramli Rahim , Baharuddin
- K36 - BIOGAS ENCENG GONDOK DAN FESSES SAPI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIVE 486
Renilaili, Yanti Pasmawati
- K68 - PENGEMBANGAN SEL SURYA DARI BAHAN MURAH DAN RAMAH LINGKUNGAN MENGGUNAKAN METODE SPRAY DAN ELEKTROPLATING..... 493
Mamat Rokhmat, Sutisna, Edy Wibowo, Khairurrijal, dan Mikrajuddin Abdullah
- K69 - PENGEMBANGAN SEL SURYA DARI BAHAN MURAH DAN RAMAH LINGKUNGAN MENGGUNAKAN METODE SPRAY DAN ELEKTROPLATING..... 493
Mamat Rokhmat, Sutisna, Edy Wibowo, Khairurrijal, dan Mikrajuddin Abdullah
- C19 - PERANCANGAN PRODUK PISPOT DUA BAGIAN DENGAN PENDEKATAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) DAN ANALISIS SWOT 497
Hery Murnawan, Wiwin Widiasih, Sherly Tandriana
- I93 - PERILAKU KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR DINDING PANEL BATU BATA MERAH DENGAN PERKUATAN TULANGAN BAMBU..... 504
Muhammad Ujjianto, Ifandi Baskoro

EVALUASI KUALITAS PRODUK *PUSH UP DETECTOR* DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN ERGONOMI

Ch Desi Kusmindari^{1*}, Yanti Pasmawati², Ari Muzakir³

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma

³Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Darma

E-mail: desi_christofora@binadarma.ac.id,

Abstrak

Push up adalah gerakan *Calisthenics* favorit karena hanya membutuhkan badan dan tanah. *Push up* juga sangat baik untuk *upper body*. *push up detector* dirancang untuk memudahkan dalam melakukan *push up*, penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui tingkat kesalahan pada *push up detector* dan Peningkatan kualitas *push up detector* untuk menghasilkan posisi *push up* yang benar. Berdasarkan hasil penelitian tahun sebelumnya masih terdapat beberapa kekurangan dari *push up detector* yang dibuat, oleh sebab itu pada tahun kedua ini akan dilakukan evaluasi terhadap rancangan *push up detector* yang telah dirancang pada tahun pertama. Metode Evaluasi yang digunakan adalah metode evaluasi dengan pendekatan ergonomi. Hasil penelitian di tahun kedua ini adalah menunjukkan kesalahan pada rangkaian *push up detector* pada bagian baterai sebelumnya menggunakan baterai *nimh* 9 volt yang hanya mampu bertahan selama 6 menit diganti dengan baterai *lead-acid* 9 volt charger bertahan selama 7 jam, dan kesalahan dibagian ukuran *push up detector* berpengaruh kepada pengguna yang berukuran kurang dari 167 cm salah satu sensor dari *push up detector* tidak dapat bekerja secara maksimal. Setelah dilakukan evaluasi dan perbaikan pada rangkaian *push up detector* yang sebelumnya masalah yang timbul sebanyak 50% menjadi 16.67 % dari seluruh rangkaian pada *push up detector*

Kata kunci: kualitas *push up detector*; rancang bangun; alat deteksi *push up athletic*; evaluasi ergonomi

Pendahuluan

Push up adalah gerakan *Calisthenics* favorit karena hanya membutuhkan badan dan tanah. *Push up* juga sangat baik untuk *upper body*. Sebenarnya *push up* merupakan cara berolahraga yang sangat murah dan praktis karena bisa dilakukan kapan saja dan dimana saja dan tidak harus memerlukan alat tambahan. Jika kegiatan ini rutin dilakukan, akan banyak manfaat yang dirasakan terutama pada bagian lengan karena lengan akan menjadi tumpuan saat melakukan *push-up*. Selain itu *push-up* juga berfungsi untuk mengecilkan otot pada bagian perut, Namun jika melakukan *push up* dengan cara yang salah, justru tidak membawa manfaat yang baik, tapi dapat menyebabkan cedera otot. <http://www.tipsehatku.com>

Ergonomi yang secara umum diartikan sebagai "the study of work" telah mampu membawa perubahan yang signifikan dalam mengimplementasikan konsep peningkatan produktivitas melalui efisiensi penggunaan tenaga kerja dan pembagian kerja berdasarkan spesialisasi-keahlian kerja manusia. Fokus dari apa yang telah diteliti, dikaji dan direkomendasikan oleh para pionir studi tentang kerja di industri ini telah memberikan landasan kuat untuk menempatkan "engineer as economist" didalam perancangan sistem produksi, baik yang terkait dengan perancangan produk maupun proses (mesin, fasilitas dan tatacara kerja). (Wignjosubroto, 2001)

Salah satu dari sekian banyaknya kegiatan yang belum memanfaatkan teknologi adalah teknologi yang digunakan untuk membuat alat *push up detector* otomatis yang ergonomis belum pernah dilakukan. Alat ini pada dasarnya sangat penting mengingat pada saat ini kegiatan olah raga *push up* adalah olah raga yang umum dan banyak dilakukan di kalangan atlet maupun masyarakat. Kebutuhan alat ini sangat diperlukan mengingat jika olah raga ini tidak dilakukan dengan benar, maka dapat menyebabkan cedera otot.

Pada tahun sebelumnya alat ini sudah dirancang berdasarkan kaidah ergonomi dan menggunakan metode *Quality Function Deployment*, tetapi keandalan dari *push up detector* belum dapat dipertanggung jawabkan sehingga perlu ada evaluasi agar alat ini dapat dipertanggung jawabkan kesahihannya. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) kapasitas *push up detector* menentukan berapa banyak penyimpanan memori pada *push up detector*, (2) Identifikasi faktor kesalahan rangkaian dan ukuran dari *push up detector* dan (3) Perbaikan *push up detector* berdasarkan hasil evaluasi dan dilakukan perbaikan rancangan dan ukuran pada *push up detector*.

Metode Penelitian

Metode pengumpulan data yang akan digunakan adalah dengan melakukan evaluasi ergonomi terhadap rancangan *push up detector*. Evaluasi tersebut meliputi (1) ukuran rancangan *push up detector* dan (2) mengidentifikasi kesalahan rancangan *push up detector*

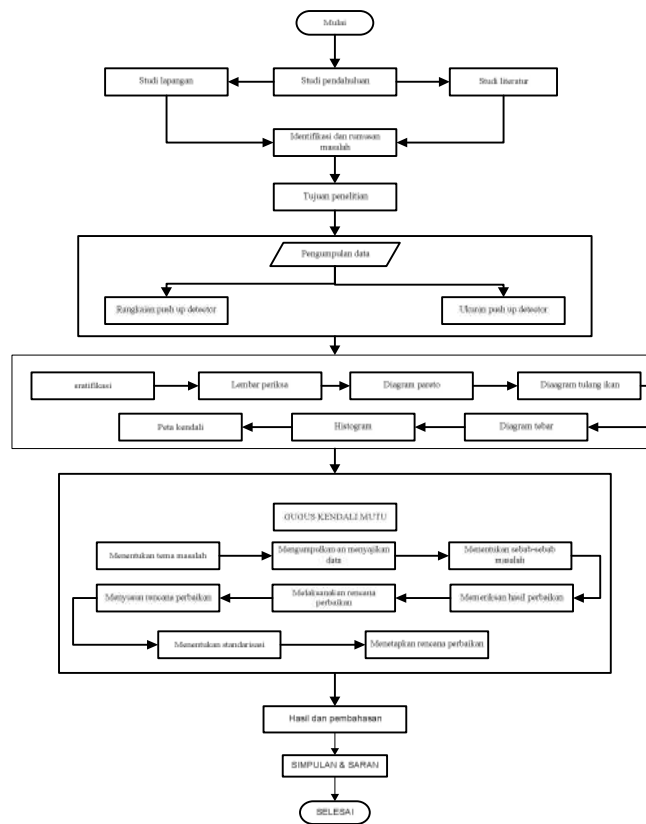
Alat analisis yang digunakan adalah 7 tools yang meliputi : Stratifikasi

1. Lembar Data (Dina,2014)
Lembar periksa adalah lembaran (*sheet*) yang digunakan untuk mencatat kegiatan atau kejadian (data) dengan format yang sudah disiapkan terlebih dahulu. Pengisi sheet tinggal memberikan tanda pada kolom yang sudah disediakan. Guna lembar periksa ini selain memudahkan dalam pemeriksaan juga memudahkan dalam membuat rekapitulasi dan memudahkan analisis terhadap masalah
2. Diagram Pareto (Agus, 2014)
Diagram pareto digunakan untuk menampilkan data dengan tujuan untuk mengetahui suatu penyebab yang memberikan pengaruh yang paling besar terhadap akibat. Dengan demikian bisa segera dilakukan langkah perbaikan berdasarkan skala prioritas, yaitu penyebab yang paling besar pengaruhnya terhadap akibat
3. Diagram Ishikawa (tulang ikan)
Diagram ini digunakan untuk menggambarkan hubungan antara sebab dan akibat dari suatu kegiatan. Dengan diagram Ishikawa kita dapat menjabarkan banyak sekali semua penyebab, mulai dari penyebab yang paling dekat dengan akibat (masalah), sampai penyebab yang tidak dekat dengan akibat (masalah). Diagram Ishikawa biasa juga disebut sebagai diagram Tulang Ikan (*Fish Bone Chart*) karena melihat bentuk dari anak panah yang menyerupai tulang ikan
4. Peta Kendali (Riana,2015)
Merupakan grafik garis dengan pencantuman batas maksimum dan minimum yang merupakan batas daerah pengendalian. Peta kendali juga bisa dipergunakan untuk mengukur apakah proses (kegiatan produksi) dalam keadaan terkendali atau tidak. Proses dikatakan dalam keadaan terkendali jika unit yang diukur berada dalam batas-batas kendali.Pada peta kendali bisa diketahui adanya penyimpangan tetapi tidak terlihat penyebab penyimpangan tersebut. Peta kendali hanya menunjukkan perubahan data dari waktu ke waktu.
5. Histogram (Utami, 2014)
Histogram adalah diagram berupa diagram batang (balok) yang menggambarkan penyebaran (distribusi) data yang ada, jadi dengan menggunakan histogram, data yang dikumpulkan akan dengan mudah diketahui sebenarnya (distribusinya).
6. Diagram Tebar (Riana, 2015)
Diagram tebar adalah diagram yang digunakan untuk mengetahui apakah ada korelasi (hubungan) atau tidak antara 2 variabel. Diagram tebar bisa juga digunakan untuk mengetahui apakah suatu penyebab yang diduga mempengaruhi atau tidak terhadap akibat (masalah) yang sedang dihadapi

Analisis data yang dilakukan dengan menggunakan 8 langkah penyelesaian masalah yang terdapat dalam Gugus Kendali Mutu (Nurhadi, 2013) sebagai berikut:

1. Menentukan tema masalah.
2. Mengumpulkan dan menyajikan data.
3. Menentukan sebab-sebab masalah.
4. Menyusun rencana perbaikan
5. Melaksanakan rencana perbaikan
6. Memeriksa hasil perbaikan.
7. Menentukan standarisasi.
8. Menetapkan rencana berikutnya.

Sehingga bagan alir penelitian digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Mendesain merupakan sebuah pola perancangan yang melalui berbagai proses dan pertimbangan estetika, fungsi, masalah, survei dan banyak aspek lain, sehingga seorang yang memilih berprofesi sebagai desainer membutuhkan keahlian, penelitian, pemikiran, model dan pengalaman tertentu dalam orientasinya pada sebuah karya desain. Dalam pandangan perusahaan yang berorientasi pada keuntungan (*Profit Oriented Enterprise*), kesuksesan perancangan dan pengembangan produk ditentukan oleh (Ulrich dan Eppinger, 2001:3). Konsep pengukuran produktivitas di sini mengacu pada suatu proses produksi yang bertujuan untuk mengukur prestasi perusahaan dalam lingkungan fisik yaitu mengukur efisiensi perusahaan dalam mentransformasikan sumber daya-sumber daya fisik menjadi keluaran fisik (Vincent Gaspersz:2009).

Evaluasi yang dilakukan pada *push up detector* yang pertama kali adalah identifikasi faktor kesalahan pada rangkaian *push up detector*.

- a. Lembar periksa komponen push up detector ditujukan untuk menentukan apakah komponen yang dipakai pada push up detector sudah berfungsi secara maksimal atau tidak.

Tabel 1. Lembar Periksa Komponen Dan Fungsi Push Up Detector

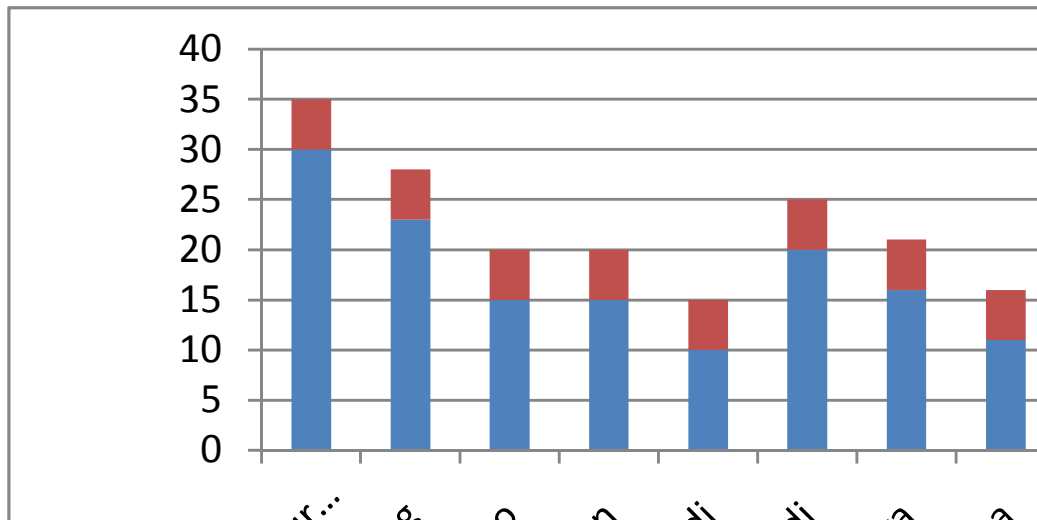
LEMBAR PERIKSA			
Nama Produk : Push Up Detector			
Tanggal check : 28 Mei 2016			
NO	NAMA KOMPONEN	Fungsi	
		Baik	Tidak Baik
1	Material Push Up Detector		-
2	Ukuran Posisi Push Up Detector	-	
3	Fungsi Sensor		
4	Rangkaian Push Up Detector	-	
5	Daya Tahan Baterai	-	
6	Kapasitas Penyimpanan		-

Dari tabel diatas diketahui bahwa masalah yang timbul pada penelitian sebelumnya dalam push up detector sebanyak 3 masalah atau 50% dari seluru rangkaian push up detector.

b. Histogram baterai rangkaian push up detector

Untuk mengetahui apakah baterai yang dipakai dapat bertahan lebih lama dan sensor tidak mengalami eror seperti yang ada sebelum melakukan Pengujian menggunakan baterai ni-mh 9 Volt pada *push up detector* hanya dapat bertahan selama 6 menit. Berikut adalah histogram daya tahan baterai dalam *push up detector*.

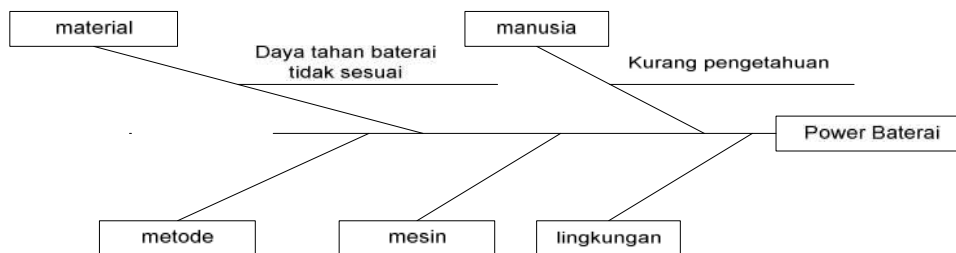
Data diatas menunjukkan bahwa penggunaan baterai ni-mh 9 volt tidak mampu aktif lebih lama,



Gambar 2. histogram jumlah baterai ni-mh 9 volt

c. Membahas Penyebab rangkaian push up detector

Mencari penyebab dari problem yang sedang dibahas dalam rangkaian *push up detector*. *Fish Bone Diagram* baterai pada rangkaian *push up detector* dibutuhkan unntuk mengidentifikasi maslah yang timbul dalam rangkaian *push up detector* serta membatu untuk mengetahui tindakan yang akan timbul setelah dilakukan penelitian ini.berikut ini adalah *fish bone diagram* power baterai didalam rangkaian push up detector



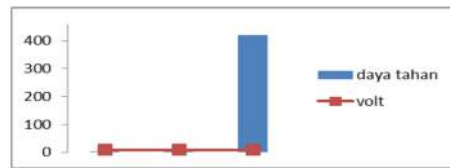
Gambar 3. Fish Bone Diagram Power Battery

d. Menguji kebenaran penyebab dengan check sheet dan pareto diagram untuk mengetahui baterai apa yang pas untuk dipasang dalam rangkaian push up detector. Daya tahan bterai sangat penting untuk kenormalan dan kesahihan dari push up detector, setelah dilakukan perbaikan baterai beberapa kali didapatkan baterai yang pas untuk rangkaian push up detector dan menormalkan kembali fungsi sensor, seperti table check sheet di bawah ini :

Tabel 2. Check sheet daya tahan baterai

No	Baterai	Volt	Daya Tahan baterai
1	<i>Lithium Ion</i>	9 volt	1 Menit
2	<i>Ni-Mh</i>	9 volt	7 Menit
3	<i>Lead-Acid</i>	9 volt	7 Jam

Berikut adalah diagram pareto daya tahan baterai dalam rangkaian *push up detector*.



Gambar 4. Pareto Diagram Daya Tahan Baterai

e. Membuat rencana guna mengatasi penyebab kesalahan dengan rencana perbaikan dengan menggunakan langkah 5W + 1H yang berfungsi untuk mengetahui apa, mengapa, bagaimana, kapan, siapa, dan dimana rencana perbaikan dilakukan serta untuk mengetahui langkah selanjutnya yang akan dilakukan oleh peneliti. Berikut tabel 5W+1H.

Tabel 3. Rencana Perbaikan 5W+1H

WHAT	WHY	HOW	WHEN	WHO	WHERE
Daya tahan Baterai	Tidak dapat bertahan lama Sensor eror apabila baterai melemah	Menganti dengan baterai lead-acid 9 volt	20 Juni 2015	Popi Saputra	Laboratorium pengembangan organisasi dan bisnis

Sumber : pengolahan data

Melaksanakan apa yang telah direncanakan dan melakukan perbaikan sesuai rencana, langkah perbaikan yang dilakukan untuk mempertahankan daya pada *push up detector* adalah :

- a. Pengantian baterai *ni-mh 9 volt* dengan baterai *lead-acid 9 volt charger*
- b. Membuat manual prosedur mengenai pengantian baterai, perawatan baterai, dan fungsi tombol, adapun manual prosedurnya adalah :
 - 1) Pengecasan baterai tidak boleh lebih dari 4 jam
 - 2) Lepas baterai setelah digunakan
 - 3) Posisi ± baterai harus sesuai saat mengecras
 - 4) Tombol 1 untuk *back*
 - 5) Tombol 2 untuk melihat penyimpanan
 - 6) Tombol 3 untuk *reset*
 - 7) Tombol 4 untuk *save* dan memulai *push up*
 - 8) Tombol on/off untuk mengaktifkan dan mematikan *push up detector*

Langkah selanjutnya adalah mengkonfirmasi hasil antara sebelum dan sesudah langkah perbaikan agar didapat hasil yang maksimal. Berdasarkan *check sheet* evaluasi hasil setelah dilakukan pengantian baterai *lead-acid 9 volt charger* dari baterai awal yang menggunakan *ni-mh 9 volt* yang hanya mampu bertahan selama 6 menit. Dibawah ini adalah hasil evaluasi perbaikan.

Tabel 4. *Check Sheet* Evaluasi Perbaikan Rangkaian *Push Up Detector*

No	Nama	Banyak push up	Lama aktif <i>push up detector</i>
1	Daniel Guntur Aritonang	20	7 Jam
2	Murdiono	20	7 Jam
3	Herlon Manulang	20	7 Jam
4	Mardiono	20	7 Jam
5	Heru Setiawan	20	7 Jam
6	Muslim Arisandi	20	7 Jam
7	Ibnu Afandi	20	7 Jam
8	Nugraha Abi Putra	20	7 Jam
9	Robby Nugraha	20	7 Jam
10	Sari	20	7 Jam

Histogram evaluasi hasil yang dilakukan setelah pengantian baterai dari baterei *ni-mh 9 volt* dengan baterai *lead-acid 9 volt charger*. Langkah berikutnya adalah melakukan standarisasi terhadap rangkaian *push up detector*. Standarisasi dilakukan untuk membakukan suatu produk atau keputusan yang ditetapkan dalam suatu produk sama halnya seperti standarisasi yang ditetapkan pada *push up detector*.

1. Kedua sensor yang ada pada *push up detector* harus aktif secara bersamaan untuk menghasilkan penghitungan secara otomatis, posisi sensor pertama berada tepat pada bahu pengguna sedangkan posisi sensor kedua berada pada bagian paha pengguna *push up detector*.
2. Jenis baterai yang digunakan adalah *lead-acid 9 volt charger* dikarenakan jenis baterai ini mampu bertahan lebih dari 5 jam atau maksimal 7 jam.
3. Jenis material pada *push up detector* sendiri mengunakan material yang tidak mengganggu fungsi dari sensor dan material yang kuat
4. Perawatan dilakukan pada rangkaian, baterai, maupun saat pengecasan saat pengecasan tidak boleh lebih dari 4 jam, kabel masa dari *push up detector* ke baterai harus selalu di lepas ketika selesai menggunakan *push up detector*.
5. Penyempurnaan dilakukan untuk menghasilkan rangkaian yang lebih efisien dan bisa di bongkar pasang untuk di sesuaikan dengan ukuran tubuh pengguna dari *push up detector*.

Evaluasi yang kedua berkenaan dengan ukuran antropometri pengguna terhadap penempatan sensor di *push up detector*. Dari hasil percobaan ukuran tubuh yang ekstrim dari pengguna *push up detector* menyebabkan *push up detector* belum dapat bekerja maksimal dikarenakan posisi sensor tidak sesuai dengan tubuh pengguna. Berikut adalah lembar periksa komponen *push up detector* ditujukan untuk menentukan apakah komponen yang dipakai pada *push up detector* sudah berfungsi secara maksimal atau tidak.

Tabel 5. Lembar Periksa Komponen dan Fungsi *Push Up Detector*

LEMBAR PERIKSA			
Nama Produk : <i>Push Up Detector</i>			
Tanggal check : 28 Mei 2016			
NO	NAMA KOMPONEN	Fungsi	
		Baik	Tidak Baik
1	Material <i>Push Up Detector</i>		-
2	Ukuran Posisi <i>Push Up Detector</i>	-	
3	Fungsi Sensor		
4	Rangkaian <i>Push Up Detector</i>	-	
5	Daya Tahan Baterai	-	
6	Kapasitas Penyimpanan		-

Sumber : Hasil Pengamatan

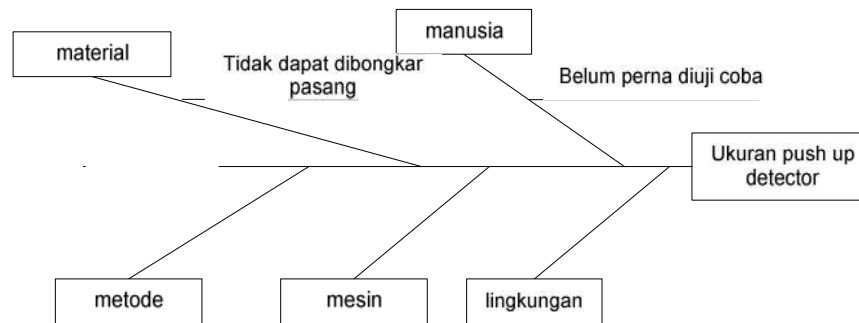
Untuk mengetahui apakah ukuran pada *push up detector* sesuai dengan ukuran badan posisi *push up* pengguna Berikut adalah table dan *histogram* ukuran tubuh serta ukuran posisi *push up* pengguna *push up detector*.

Tabel 7. lembar periksa ukuran tubuh

No	Nama	Ukuran Tubuh	Ukuran tangan posisi <i>push up</i>	Posisi sensor
1	Daniel Guntur Aritonang	175	69	Maksimal
2	Murdiono	172	65	Maksimal
3	Herlon Manulang	175	68	Maksimal
4	Mardiono	168	64	Maksimal
5	Heru Setiawan	160	54	Tidak
6	Muslim Arisandi	167	61	Maksimal
7	Ibnu Afandi	170	64	Maksimal
8	Nugraha Abi Putra	165	60	Tidak
9	Robby Nugraha	164	58	Tidak
10	Sari	167	61	Maksimal

Sumber : pengolahan data

Data diatas menunjukan bahwa ukuran tubuh dibawah 167cm menyebabkan sensor *push up detector* tidak bisa bekerja secara maksimal. Untuk mendeteksi penyebab masalahnya maka dibuatlah *fish bone* diagram ukuran tubuh serta badan posisi *push up* pengguna *push up detector*.



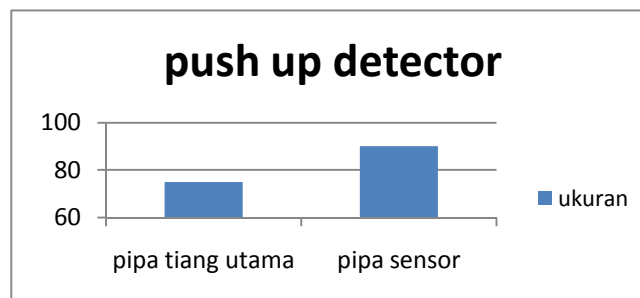
Gambar 5. Fish Bone Diagram ukuran Push Up detector

Ukuran dan kekuatan material dari *push up detector* adalah hal yang sangat penting supaya alat ini dapat bekerja maksimal dan mampu bertahan lebih lama, seperti table *check sheet* dibawah ini :

Tabel 8. *check sheet* material utama push up detector

NO	Jenis	Ukuran	Daya Tahan material
1	Pipa tiang utama	75 cm	Kuat
2	Pipa sensor	90 cm	Kuat

Berikut adalah diagram pareto ukuran tubuh serta posisi *push up* dalam rangkaian *push up detector*.



Gambar 6. pareto diagram ukuran push up detector

Setelah diketahui permasalahannya maka dibuatlah rencana guna mengatasi penyebab kesalahan dengan rencana perbaikan dengan menggunakan langkah 5W + 1H yang berfungsi untuk mengetahui apa, mengapa, bagaimana, kapan, siapa, dan dimana rencana perbaikan dilakukan . Berikut tabel 5W+1H.

Tabel 9. Rencana Perbaikan 5W+1H

WHAT	WHY	HOW	WHEN	WHO	WHERE
Ukuran push up detector	Tidak dapat bekerja secara normal apabila ukuran tubuh pengguna dibawah 167 cm	Membuat material dan ukuran push up detector yang bisa dibongkar pasang dan disesuaikan dengan ukuran tubuh pengguna	20 Juni 2015	Popi Saputra	Laboratorium pengembangan organisasi dan bisnis

Sumber : pengolahan data

Untuk perbaikan ukuran *push up detector*, maka hal yang dilakukan adalah :

- a. Pengantian material pada pipa sensor dengan pipa yang bisa dibongkar pasang dan bisa disesuaikan dengan ukuran tubuh manusia
- b. Membuat manual prosedur mengenai pengantian baterai, perawatan baterai, dan fungsi tombol, adapun manual prosedurnya adalah :
 - 1) Pengecasan baterai tidak boleh lebih dari 4 jam
 - 2) Lepas baterai setelah digunakan
 - 3) Posisi \pm baterai harus sesuai saat mengecas
 - 4) Tombol 1 untuk back
 - 5) Tombol 2 untuk melihat penyimpanan
 - 6) Tombol 3 untuk *reset*
 - 7) Tombol 4 untuk *save* dan memulai *push up*
 - 8) Tombol on/off untuk mengaktifkan dan mematikan *push up detector*

Evaluasi hasil ukuran *push up detector* adalah mengubah tiang pipa sensor menjadi pipa yang bisa disesuaikan dengan ukuran tubuh pengguna dan bisa dibongkar pasang untuk memudahkan dalam membawa *push up detector*. Standarisasi untuk ukuran atau letak sensor adalah:

- 1) Pipa sensor yang dapat di sesuaikan dengan ukuran tubuh pengguna dari *push up detector* serta bahan dari pipa yang tidak bisa mengganggu kerja dari sensor.
- 2) Jenis material yang dipakai adalah material yang lebih kuat dan tidak mudah patah
- 3) Perawatan dilakukan pada bagian pipa sensor yaitu meletakkan bagian dari *push up detector* aman dari benturan dan apapun yang dapat menyebabkan rangkaian rusak.
- 4) Penyempurnaan dilakukan pada bagian rangkaian adalah bagaimana rangkaian ini dapat di minimaliskan dan dapat dibawa dengan mudah.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap *push up detector* maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Kesalahan pada *push up detector* ini dibagi menjadi dua bagian yaitu penggunaan batere yang kapasitasnya kecil yaitu baterai *in-mh 9 volt* yang hanya bisa bertahan selama 6 menit dan letak sensor yang tidak dapat mendeteksi jika ukuran tubuh kurang dari 167 cm.
- 2) Perbaikan yang dilakukan adalah mengganti baterai *in-mh 9 volt* dengan baterai *lead-acid 9 volt charger* yang mampu bertahan maksimum 7 jam tanpa charger. Penggantian jenis baterai ini menyebabkan bertambah besarnya kapasitas simpan *push up detector*
- 3) Perbaikan permasalahan kedua adalah dengan membuat pipa atau tiang *detector* menjadi *adjustable* sehingga dapat menyesuaikan ukuran tubuh pengguna.
- 4) Setelah dilakukan evaluasi dan perbaikan pada rangkaian *push up detector* yang sebelumnya masalah yang timbul sebanyak 50% menjadi 16.67 % dari seluruh permasalahan *push up detector*

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jendral penguatan riset dan pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan pendidikan Tinggi Sesuai surat Perjanjian penugasan pelaksanaan program penelitian Nomor : 002/SP2H/LT/DRPM/II/2016 tanggal 17 Februari 2016

Daftar Pustaka

Agus (2014) *Diagram pareto*. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Pareto.PNG>.

Dina (2014) *Lembar periksa*. http://www.cqacademy.com/wp-content/uploads/2014/01/Check-Sheet_Expected.png.

Gasprez Vincent (2009) *Production Planning and Inventory Control*, Jakarta, Gramedia Pustaka utama

Nurhadi M (2013) *Gugus Kendali Mutu*. <https://mnurhadi.wordpress.com/gkm>.

Riana Sari Devi (2015) *Diagram Tebar*. <https://www-users.york.ac.uk/~mb55/talks/rcr42.gif>.

Riana Sari Devi (2015) *Peta Kendali*. <http://menrvalab.com/wp-content/uploads/2015/03/112.jpg>

Ulrich dan Eppinger (2005), *Product design and development*, Singapore, Mc Grawhill

Utami Siska. 2014. *Histogram*. <https://www.mathsisfun.com/data/images/histogram.gif>.

Wignjosoebroto Sritomo(2001) *Ergonomi*. Jakarta: Guna Widya.

SEKRETARIAT PANITIA

Gedung H Lantai 2 Fakultas Teknik UMS
Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan - Kartasura 57162
Phone +62 271 717417 ext 253
Fax +62 271 715448



<http://rapi.ums.ac.id>



rapi@ums.ac.id