

# KEMAMPUAN MAHASISWA DALAM MEMILIH MATERIAL PADA PEMBUATAN KARYA TEKNOLOGI

**Tiwan**

Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Email: tiwan@uny.ac.id

## ***ABSTRACT***

*The objectives of this study were to analyze the approaches applied by the students to determine the type of materials, to examine the type of materials widely used by the students, and to assess the students' accuracy in determining the type of materials to produce technological works. This study was categorised into ex post facto study conducted at the Department of Mechanical Engineering Education, Faculty of Engineering, YSU. The samples were 139 students with 39 units of machines. The data was obtained using documentation by examining the reports and the surveys of the developed technological works. The data was analysed descriptively. The results showed the students have the ability to consider the criteria of materials selection based on materials science, including strength, usage, fabrication, availability and prices. The type of materials widely used is metal as follows: carbon steel, alloy steel, cast iron, stainless steel, aluminum and copper. The carbon steel is the most widely used material utilized by 62% of the students. There was 36% of the components developed using inaccurately selected materials.*

**Keywords:** *the students' ability, selection of materials, technological works*

## **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini untuk mengkaji pendekatan mahasiswa dalam menentukan jenis material, mengkaji jenis material yang banyak digunakan oleh mahasiswa, dan mengkaji ketepatan mahasiswa dalam menentukan jenis material yang digunakan dalam pembuatan karya teknologi. Penelitian ini termasuk jenis penelitian *expost facto* yang dilaksanakan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY. Sampel penelitian sebanyak 139 mahasiswa dengan jumlah mesin sebanyak 39 unit. Pengumpulan data menggunakan dokumentasi, dengan mengkaji laporan dan survey pada mesin hasil Karya Teknologi. Analisis data menggunakan deskriptif dari hasil pengkajian laporan dan survey pada mesin yang dibuat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki kemampuan pertimbangan yang sesuai dengan kriteria pemilihan material menurut ilmu bahan, meliputi kekuatan, penggunaan, proses pengerjaan, ketersediaan, dan harga. Jenis material yang banyak digunakan adalah jenis logam yaitu baja karbon, baja paduan, besi tuang, *stainless steel*, alumunium dan tembaga. Baja karbon merupakan jenis material yang paling banyak digunakan, yaitu sebesar 62%. Komponen yang dibuat mahasiswa masih terdapat 36% tidak tepat dalam penggunaan jenis material.

**Kata kunci:** *kemampuan mahasiswa, pemilihan material, karya teknologi*

## **PENDAHULUAN**

Mahasiswa Program Studi D3 Teknik Mesin diwajibkan untuk membuat karya teknologi pada akhir program. Karya teknologi yang dibuat berupa mesin-mesin tepat guna untuk keperluan masyarakat dan industri kecil menengah. Pembuatan karya teknologi ini diwadahi dalam matakuliah Karya Teknologi yang memiliki bobot 3 sks lapangan, dan harus diselesaikan selama 6 bulan (Anonim, 2009)

mahasiswa harus dapat mengintegrasikan semua pengetahuan dan ketrampilan yang telah diperoleh sebelumnya agar dapat membuat karya teknologi. Kemampuan yang harus dikuasai oleh mahasiswa meliputi teori dasar pemesinan, pengetahuan bahan teknik, perhitungan mekanika, gambar teknik, perancangan, proses pemesinan dan pembentukan. Semua kemampuan tersebut harus dikuasai yang menunjukkan kompetensi teknik mesin yang dicerminkan dalam pembuatan karya teknologi.

Pembuatan karya teknologi diawali dengan kegiatan perancangan. Seorang desainer harus membuat keputusan-keputusan yang didasarkan pada kebutuhan, ketersediaan sumber daya, dan lingkungan. Kebutuhan merupakan suatu alasan dibuatnya suatu alat atau mesin yang digali dari masyarakat pengguna. Ketersediaan menyangkut sumber daya manusia, bahan, peralatan dan proses produksi yang dapat dilaksanakan. Lingkungan berkaitan dengan kondisi dimana alat tersebut digunakan atau bekerja. Semua hal tersebut harus diperhatikan oleh perancang dalam membuat keputusan yang dituangkan dalam bentuk rancangan dan gambar kerja yang merupakan hasil akhir dari rancangan.

Satu hal penting dalam membuat rancangan, yaitu pemilihan bahan atau material yang sesuai dengan kondisi dan penggunaannya. Pemilihan material ini harus sesuai dengan penggunaan agar diperoleh produk karya teknologi yang layak digunakan. Pemilihan material ini menjadi penting karena berkaitan dengan kebutuhan, ketersediaan di lapangan dan harga. Hal ini menjadi satu hal yang memerlukan pertimbangan matang untuk menentukan jenis bahan yang akandigunakan. Penentuan jenis material pada pembuatan karya teknologi sering menjadi permasalahan bagi mahasiswa.

Berdasarkan pemaparan di atas maka perlu untuk mengungkap bagaimanakah kemampuan mahasiswa dalam memilih jenis material untuk pembuatan produk karya teknologi. Apakah terdapat kesalahan mahasiswa dalam menentukan material untuk membuat komponen yang menyusun karya teknologi. Oleh karena itu penelitian yang dilakukan adalah mengkaji kemampuan mahasiswa dalam memilih material untuk keperluan pembuatan karya teknologi. Hasil kajian ini dapat digunakan sebagai landasan dalam pengembangan karya teknologi dan proses pembelajaran selanjutnya. Masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: (1) Bagaimanakah pendekatan mahasiswa dalam menentukan material yang digunakan? (2) Material apa sajakah yang banyak digunakan oleh mahasiswa? (3) Bagai-

manakah ketepatan mahasiswa dalam menentukan material yang digunakan?

## **METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Populasi pada penelitian ini adalah mahasiswa program studi D3 Teknik Mesin FT UNY. Sampel penelitian adalah mahasiswa program studi D3 Teknik Mesin angkatan 2009 yang telah menyelesaikan mata kuliah Karya Teknologi. Penentuan sampel dilakukan secara acak. Variabel dalam penelitian ini adalah kemampuan mahasiswa dalam memilih jenis material. Kemampuan ini ditunjukkan oleh kesesuaian penggunaan jenis material pada pembuatan produk karya teknologi.

Mahasiswa untuk dapat menentukan bahan yang sesuai harus melakukan pertimbangan terkait dengan kekuatan, bobot, penampilan, ketersediaan dan harga. Kemampuan tersebut dapat dilihat dari keputusan mahasiswa dalam menentukan jenis material yang dipergunakan untuk membuat komponen-komponen pada pembuatan karya teknologi. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara dokumentasi, yaitu mengkaji laporan Karya Teknologi yang telah dibuat oleh mahasiswa. Selain itu juga dilakukan metode survey terhadap mesin-mesin yang telah dibuat oleh mahasiswa. Semua data dicatat dengan menggunakan lembar pencatatan yang memuat tentang nama alat, nama bagian-bagian, material yang digunakan untuk membuat bagian-bagian mesin, dan alasan penggunaan material tersebut.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil karya teknologi mahasiswa pada tahun 2012 di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin berjumlah 44 mesin tepat guna. Mesin-mesin tersebut merupakan karya dari mahasiswa angkatan 2009 yang telah mengambil mata kuliah Karya Teknologi. Mesin-mesin

tersebut terdiri dari mesin pengolah hasil pertanian, mesin pembentuk logam, mesin pengolah hasil galian dan alat peraga. Masing-masing mesin dikerjakan oleh 4 sampai 5

mahasiswa yang dibimbing oleh 1 atau 2 dosen pembimbing. Jenis mesin yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Jenis Mesin Hasil Karya Teknologi Tahun 2012

No	Jenis Mesin/Alat	Jumlah	%
1	Alat bantu mengajar	4	9.09
2	Alat pengolah makanan	18	40.9
3	Alat pengolah kayu	2	4.55
4	Alat pengolah bahan bangunan	2	4.55
5	Alat pembentuk batu	1	2.28
6	Alat pembentuk logam	4	9.09
7	Alat pengolah hasil pertanian	7	15.91
8	Alat pengolah air	1	2.28
9	Alat bantu kerajinan	3	6.82
10	Alat transportasi	1	2.28
11	Alat pengolah sampah	1	2.28
	Jumlah	44	100

Pada umumnya mesin atau alat yang dibuat oleh mahasiswa merupakan alat yang dapat berfungsi untuk produksi. Mesin-mesin tersebut terdiri dari beberapa kompopnen yang dirakit membentuk satu mesin yang memiliki suatu fungsi tertentu. Adapun komponen-komponen mesin terdiri dari struktur rangka,

struktur mekanisme penggerak, saluran masuk dan keluar, *container* dan mekanisme tutup pengaman. Komponen mesin ada yang diproduksi sendiri oleh mahasiswa tetapi ada juga yang dibeli jadi di pasaran. Jenis komponen yang dibuat sendiri oleh mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Komponen Karya Teknologi yang Dibuat Mahasiswa

No	Nama Komponen	Bahan	Profil
1	Rangka	St 37, St 42,	Siku ( <i>Equal angle bar</i> )
2	Poros	St 37, St 50, St 60	Batang bulat ( <i>Round bar</i> )
3	Rol	St 37, St 50, St 60	Batang bulat ( <i>Round bar</i> )
3	Pisau	St 60, <i>Stainless steel</i>	Plat strip ( <i>Plate</i> )
4	Klem	St 37	Plat strip ( <i>Plate</i> )
5	Roda gigi	St 37, St 60	Batang bulat ( <i>Round bar</i> )
6	Casing	St 37, Aluminium, Platbaja karbon dilapis seng	Plat <i>eyzer</i>

Sebagaimana data yang ditunjukkan pada Tabel 2 di atas bahwa kompopnen yang banyak dibuat oleh mahasiswa terdiri dari rangka, casing, poros, saluran masuk dan keluar. Komponen-komponen ini dibuat sendiri oleh mahasiswa di bengkel pemesinan dan fabrikasi milik Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Pembuatan dilakukan secara bersama sesuai dengan jadwal karya teknologi yang ditetapkan oleh pihak

jurusan. Pembuatan karya teknologi ini dilakukan selama 16 kali pertemuan, masing-masing pertemuan diberi alokasi waktu 5 jam. Secara keseluruhan proses pembuatan karya teknologi diberi alokasi waktu 90 jam efektif. Masing-masing komponen dikerjakan oleh mahasiswa sesuai dengan tanggung jawabnya masing-masing, namun dalam prakteknya dapat di-

bantu oleh anggota lain dalam kelompok yang sama.

Beberapa komponen seperti: *puley, belt*, motor listrik, motor bensin/ diesel, *bearing*, dan mur baut dibeli dari pasaran. Jenis komponen ini banyak tersedia di pasaran sehingga mahasiswa relatif mudah untuk mendapatkannya. Tahap awal untuk mewujudkan karya teknologi yaitu proses desain, dimana mahasiswa membuat gambar rancangan dan gambar kerja yang siap untuk dipergunakan sebagai informasi saat pengerjaan di bengkel atau workshop. Dalam gambar kerja tersebut mahasiswa telah menentukan bahan yang digunakan untuk membuat komponen-komponen yang menyusun alat atau mesin yang dibuat. Penentuan bahan ini memerlukan pengetahuan dan keahlian dalam pemilihan bahan, agar bahan yang dipilih sesuai dengan tuntutan kerja dan fungsi dari komponen.

Pada saat penentuan bahan yang digunakan untuk membuat komponen mahasiswa dihadapkan pada banyak pilihan bahan yang memungkinkan untuk dipergunakan. Penentuan jenis bahan tentu melalui pertimbangan-pertimbangan yang harapannya memperoleh bahan yang sesuai dengan tuntutan kerja dan fungsi dari komponen, harganya terjangkau, tersedia di pasaran dan mampu dikerjakan.

Berdasarkan tuntutan tersebut mahasiswa memiliki pertimbangan-pertimbangan dalam memilih material yang meliputi: beban kerja yang ditanggung komponen, kondisi dan lingkungan kerja komponen, bobot komponen, proses pengerjaan dan perlakuan komponen, ketersediaan bahan atau komponen di pasaran, dan harga bahan atau komponen.

Setiap komponen yang menyusun alat atau mesin memiliki fungsi dan beban kerja masing-masing. Fungsi komponen tersebut dapat berupa sebagai pendukung/ penahan, perubah kecepatan putaran, penerus daya, penekan, pembentuk, pemotong, penampung, saluran pengarah, pengikat dan pengaman. Fungsi-fungsi komponen tersebut memiliki konsekuensi pada gaya dan tegangan yang harus di dukung oleh komponen tersebut, agar dapat bekerja dengan

baik. Untuk kepentingan tersebut mahasiswa harus menghitung secara teliti gaya dan tegangan yang dialami oleh komponen. Untuk menghitung diperlukan kemampuan dalam bidang mekanika. Perhitungan gaya dan tegangan yang dialami komponen didasarkan pada kondisi kerja komponen secara riil di lapangan.

Hasil perhitungan gaya dan tegangan yang dialami oleh komponen dikonfirmasi terhadap sifat mekanis material, yang meliputi: kekuatan, ketangguhan, keuletan dan kekerasan. Berdasarkan sifat-sifat mekanis bahan tersebut ditentukan atau dipilih bahan yang dapat mendukung gaya dan tegangan yang diderita oleh komponen. Penentuan ini dilakukan dengan melihat sifat-sifat mekanis material yang ada menurut standar material, atau tabel material yang dikeluarkan oleh suatu industri material. Hasil pemilihan diperoleh beberapa jenis material alternatif yang dapat digunakan untuk membuat komponen.

Kondisi dan lingkungan kerja dilihat dari temperatur kerja, kelembaban dan *fluida* yang bersinggungan dengan komponen. Berdasarkan data ini komponen mesin dipilih dengan mengkonfirmasi pada sifat kemis, yang berupa sifat korosif, sifat reaksi terhadap bahan kimia, dan ketahanan terhadap temperatur rendah atau tinggi.

Bobot mesin/peralatan ditentukan berdasarkan persyaratanyang telah ditentukan. Bobot mesin atau peralatan diperhitungkan dari bobot komponen yang menyusun mesin. Berdasarkan tuntutan tersebut komponen dipilih dengan mengkonfirmasi pada *material density* yang digunakan. Setiap material memiliki *density* yang berbeda-beda. Pemilihan jenis material untuk membuat komponen diperlukan pengetahuan tentang proses pengerjaan, proses pembentukan dan proses perlakuan material. Hal ini berkaitan dengan sifat teknologis dari material, yang meliputi: kemampuan material untuk dikerjakan dengan mesin, kemampuan material untuk dibentuk, kemampuan material untuk dilas, kemampuan material untuk proses perlakuan panas dan kemampuan material untuk *finishing*. Mahasiswa memilih jenis material

yang sesuai dengan proses pengerjaan dan perlakuan yang akan dilaksanakan selama proses pembuatan komponen.

Pertimbangan lain yang digunakan untuk memilih jenis material komponen yaitu ketersediaan material dipasaran. Kadangkala tidak semua jenis material yang dipilih sesuai dengan karakteristiknya tersedia dipasaran. Untuk keperluan ini mahasiswa melakukan survei bahan yang ada dipasaran. Berdasarkan hasil survei tersebut ditentukan jenis material yang paling mendekati dari segi sifat-sifatnya untuk pembuatan komponen. Bila diperlukan dilakukan proses desain ulang untuk dapat mewujudkan pembuatan komponen yang menyusun mesin atau alat karya teknologi.

Selain pertimbangan di atas mahasiswa juga melakukan pertimbangan dari segi harga. Hal ini berkaitan dengan nilai ekonomis produk dan laku jual dipasaran. Pemilihan bahan yang ideal tentu dari segi kekuatan, proses pengerjaan memenuhi, tersedia di pasaran dan harganya kompetitif. Oleh karena itu diperlukan data-data material yang lengkap dan banyak sehingga dapat memilih jenis material secara sinergis, dari sifat mekanis, fisis, teknologis, kemis dan ekonomis.

Jenis material yang digunakan untuk membuat komponen mesin hasil karya teknologi sebagian besar terbuat dari bahan logam, plastik dan kayu. Bahan logam yang banyak digunakan yaitu logam ferro seperti baja karbon, baja paduan, dan besi tuang. Selain itu juga menggunakan logam aluminium dan tembaga. Persentase penggunaan jenis material ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis Material yang Digunakan Membuat Karya Teknologi

No	Jenis bahan	Persentase
1	Baja Karbon	62%
2	Baja Paduan	2%
3	Besi Tuang	8%
4	<i>Stainless steel</i>	4%
5	Aluminium	12%
6	Tembaga	2%
7	<i>Fiber</i> /plastik	4%
8	Kayu	6%

Jenis material baja karbon banyak digunakan untuk membuat rangka, poros, casing dan klem. Material baja karbon merupakan bahan yang banyak dijual di pasaran. Jenis material ini mudah didapat dan memiliki sifat yang kuat dan mudah dikerjakan. Mahasiswa masih melakukan kekeliruan baik dalam penyebutan nama jenis material dan pemilihan jenis material. Persentase kekeliruan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Kesalahan Pemilihan, Penyebutan Dan Penulisan Bahan

No	Jenis Kesalahan	Persentase
1	Pemilihan bahan	36 %
2	Penyebutan bahan	45 %
3	Penulisan kode bahan	32 %

Pembuatan komponen tersebut memerlukan jenis proses pengerjaan tertentu. Proses pengerjaan yang banyak dilakukan yaitu proses pemesinan, proses pembentukan, dan proses pengelasan. Proses ini dilakukan sesuai dengan kelengkapan fasilitas bengkel/workshop yang tersedia di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY yaitu di bengkel pemesinan dan bengkel fabrikasi. Setiap bengkel dilengkapi dengan peralatan-peralatan yang memadai untuk proses pembuatan karya teknologi.

Bengkel pemesinan dilengkapi dengan mesin bubut, mesin frais, mesin sekrap, mesin *slotting*, mesin gerinda dan mesin bor. Jenis komponen yang banyak dikerjakan pada bengkel pemesinan yaitu: poros, rol, roda gigi, pena, dan jenis komponen lain yang pengerjaannya membutuhkan mesin tersebut. Jenis komponen tersebut memerlukan pengerjaan pemesinan seperti sekrap, frais, bor dan gerinda. Proses pembuatan dilakukan oleh mahasiswa secara mandiri.

Bengkel fabrikasi dilengkapi dengan fasilitas mesin potong, gergaji mesin, mesin tekuk, mesin gerinda, mesin bor, mesin las aseptilin, mesin las listrik, peralatan *punch* dan perlengkapan lain. Komponen yang banyak dikerjakan di bengkel fabrikasi adalah rangka mesin, casing, pengait dan komponen-kom-

ponen lain yang membutuhkan proses penge-lasan dan penekukan.

Berdasarkan uraian di atas dijelaskan bahwa mahasiswa telah memiliki kemampuan dalam melakukan pertimbangan yang sejalan dengan kriteria pemilihan bahan menurut teori ilmu bahan. Pertimbangan dalam pemilihan bahan meliputi kekuatan, penggunaan, proses pengerjaan, ketersediaan, dan harga. Kriteria utama dalam pemilihan material didasarkan pada perhitungan gaya dan tegangan yang dialami oleh komponen selama bekerja. Sebelum menentukan jenis material mahasiswa melakukan perhitungan-perhitungan yang mengarah pada tegangan yang diderita oleh komponen akibat gaya yang bekerja. Gaya yang bekerja dapat dikategorikan dalam gaya tarik, gaya tekan, gaya geser dan gaya puntir. Berdasarkan analisis gaya yang bekerja selanjutnya menghitung tegangan yang terjadi baik secara sendiri-sendiri atau gabungan.

Setelah memperoleh analisa perhitungan gaya selanjutnya mahasiswa memilih material yang tersedia dipasaran sesuai dengan tuntutan kekuatan. Mahasiswa melakukan proses penentuan jenis material hanya didasarkan pada pengetahuan tentang material, tidak berusaha mencari tabel-tabel material yang dikeluarkan oleh perusahaan atau *supplier*. Mahasiswa hanya menentukan material berdasarkan sebutan logamnya saja belum mengarah pada spesifikasi atau kode material yang sesuai dengan standar pabrik.

Tahap selanjutnya mahasiswa menentukan material berdasarkan proses pengerjaan. Hal ini dengan melihat alat perkakas, alat potong dan perlengkapan yang tersedia dan dapat digunakan di bengkel pemesinan maupun bengkel fabrikasi. Mesin perkakas yang ada di bengkel mesin menggunakan alat potong jenis *High Speed Steel* (HSS), sehingga pemilihan dari material baja karbon dengan spesifikasi St 37 sudah sesuai. Proses penyambungan las yang digunakan adalah las *Shield Metal Arc Welding* (SMAW). Pemilihan las ini sesuai dengan jenis material yang dipilih yaitu baja karbon rendah.

Pemilihan jenis material di atas sebenarnya sangat praktis dan sederhana, sehingga material yang digunakan cenderung kurang tepat dengan tuntutan komponen. Secara ideal pemilihan material adalah sebagai berikut: (a) Persyaratan produk, (b) Kekuatan, (c) Lingkungan penggunaan, (d) Bentuk, (e) Ukuran, (f) Bobot, (g) Proses pengerjaan, (h) Ketersediaan di pasaran, (i) Harga. Tahapan pemilihan jenis material yang ideal adalah sebagai berikut: (a) Menyiapkan data-data material secara keseluruhan, (b) Menterjemahkan persyaratan desain, (c) Memilih alternatif-alternatif material yang dapat digunakan, (d) Merangking material secara objektif, (e) Mempelajari dokumen material-material yang dipilih, (f) Menentukan pilihan akhir

Tahapan pemilihan di atas tidak dilakukan oleh mahasiswa dalam menentukan jenis material yang harus digunakan dalam pembuatan karya teknologi. Mahasiswa cenderung menggunakan bahan yang tersedia banyak dan mudah diperoleh, walaupun kadang kala material tidak sesuai dengan tuntutan desain. Mahasiswa beralasan material sulit dicari, tetapi sebenarnya mahasiswa belum mencari tabel material yang dijual di toko.

Jenis material yang banyak digunakan dalam pembuatan karya teknologi adalah material logam, plastik dan kayu. Jenis logam yang digunakan meliputi baja karbon, baja paduan, besi tuang, *stainless steel*, aluminium dan tembaga. Baja karbon merupakan yang paling banyak digunakan, yaitu sebesar 62% sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3 di atas. Hal ini sejalan dengan jenis produk yang dibuat yaitu mesin-mesin atau alat yang memerlukan kekuatan. Material logam baja karbon cukup memadai sebagai bahan utama dalam pembuatan karya teknologi. Baja karbon memiliki kekuatan yang cukup tinggi, mudah dibentuk, mudah dikerjakan dengan proses pemesinan, mudah disambung dengan proses pengelasan SMAW, banyak tersedia dipasaran, dan harga relatif terjangkau. Material baja karbon banyak digunakan untuk pembuatan rangka, poros dan

casing Pembuatan rangka hampir seluruhnya menggunakan baja karbon dengan spesifikasi St 37 dengan profil siku (*equal angle bar*). Jenis material ini banyak dan mudah didapat dipasaran dengan harga yang terjangkau. Dari segi estetis sebenarnya pembuatan rangka dengan menggunakan profil siku kurang baik. Profil rangka dalam desain seharusnya disesuaikan dengan alat atau mesin. Ada banyak

jenis profil baja struktur yang dapat digunakan untuk rangka seperti profil *hollow* yang berbentuk bulat, segiempat dan profil I. Namun profil jenis ini tidak banyak digunakan dikarenakan harganya relatif lebih mahal. Baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan kekuatan tarik, tegangan luluh dan perpanjangan material ditunjukkan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Kekuatan Tarik, Tegangan Luluh dan Perpanjangan Material Baja Karbon

Klasifikasi	Tegangan Luluh N/mm <sup>2</sup>		Kekuatan Tarik N/mm <sup>2</sup>	Perpanjangan %		
	Tebal (mm)			Tebal (mm)		
	< 16	> 16		< 5	5 to 16	> 16
JIS G 3101 SS400	245	235	400 - 510	21	17	21
JIS G 3101 SS540	400	390	min 540	16	13	17
JIS G 3101 SS490	285	275	490-610	19	15	19
JIS G 3106 SV400 A,B,C	245	235	400-510	23	18	22
JIS G 3106 SV490 A,B,C	325	315	490-610	22	17	21
JIS G 3106 SVS490 YA, YB	365	355	490-610	19	15	19
JIS G 3106 SV520 B,C	365	355	520-640	19	15	19
JIS G 3106 SV570	460	450	570-720	19	19	26

Banyak jenis material yang dapat digunakan untuk membuat rangka, namun karena keterbatasan pengetahuan mahasiswa tentang bahan baja yang ada di pasaran mahasiswa cenderung menggunakan St 37. Material yang dipilih didasarkan pada standar *Deutsches Institut fur Normung* (DIN) yang berbasis pada industri Jerman. Sebenarnya untuk material baja profil siku yang beredar di pasaran Indonesia banyak yang menggunakan material berbasis standar Jepang JIS 3101, dengan kode material SS 400 dan SS 490. Material *equal angle bar* SS 400 memiliki kekuatan tarik 400-510 N/mm<sup>2</sup>

tegangan luluh 245 N/mm<sup>2</sup> dengan *elongation* 17–21%. Sedangkan SS 490 memiliki kekuatan tarik 490–610 N/mm<sup>2</sup>, tegangan luluh 285 N/mm<sup>2</sup> dengan *elongation* 15–19%.

Selain material yang berstandar JIS material baja yang dijual di pasaran banyak juga yang berstandar ASTM. Untuk material baja dengan profil siku di pasaran di tandai dengan kode standar ASTM A 36, ASTM A529-50, ASTM 572-50, dan ASTM A 588. Material baja profil *round bar* diperdagangkan dalam dua jenis yaitu *Hot Rolled Bar* dan *Cold Rolled Bar* dengan kode standar seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Baja Batangan Standar ASTM dalam Perdagangan

Bentuk	Grade	Tipe	Ukuran
<i>Flat</i>	1018, 1045, 1008/1010, A36, M1020, A-529 Gr 50	<i>Cold Finished, Hot Rolled</i>	Ketebalan: 0.125" sampai 3" Lebar : sampai 3"
<i>Round</i>	1018, 1045, 1144, 1215, 4140/42, 4150,4340, 86L20, A36, A572, A588-A, E.T.D.150	<i>Annealed, Cold Finished, Hot Rolled, Q &amp; T, Rebar, TGP</i>	Diameter: 0.125" sampai 12" Panjang: 10' hingga 24'
<i>Square</i>	1018, A36, A572	<i>Cold Finished, Hot Rolled</i>	Diameter: 0.250" hingga 3" Panjang: 11' hingga 24'

Karakteristik material standar ASTM dilihat dari tegangan luluh kekuatan tarik dan *elongation* ditunjukkan pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Kekuatan Tarik, Tegangan Luluh dan Perpanjangan Beberapa Baja Karbon

Klasifikasi	Tegangan Luluh N/mm <sup>2</sup>	Kekuatan Tarik N/mm <sup>2</sup>	Elongation %
ASTM A36	36	58 - 80	23
ASTM A529-50	50	70 - 100	
ASTM A572-50	50	65	
ASTM A588	50	70	

Penggunaan logam alumunium lebih banyak digunakan untuk pembuatan puley dan casing yang memerlukan tahan korosi. Selain itu alumunium digunakan untuk pembuatan alat peraga. Penggunaan *stainless steel* relatif sedikit dan hanya digunakan untuk mesin-mesin pengolah makanan yang butuh higienitas. Logam tembaga hanya digunakan untuk membuat bantalan tetap. Beberapa komponen lain menggunakan baja paduan seperti poros. Bahan plastik atau fiber digunakan untuk membuat alat peraga dan penjernih air. Penggunaan material ini relatif sedikit karena jumlah alat-alat jenis tersebut jumlah kecil. Demikian juga untuk bahan kayu jumlah pemakaiannya sangat sedikit, yaitu digunakan untuk membuat meja.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4 terdapat 36% komponen yang dibuat mahasiswa tidak tepat dalam pemilihan materialnya. Sebagai contoh komponen poros, mahasiswa banyak menggunakan bahan baja karbon rendah St 37. Material ini memiliki karakteristik yaitu kekuatan tarik sekitar 37 kg/mm<sup>2</sup>, kekerasan dalam skala brinell 132 kg/mm<sup>2</sup>. Material ini tergolong baja lunak, mudah dideformasi/dibentuk, mudah diproses pemesinan dan mudah disambung dengan proses pengelasan. Menurut sifatnya yang demikian material ini tidak sesuai untuk poros, karena mudah terdeformasi dan terdefleksi, sedangkan tuntutan bahan poros harus kaku, defleksi kecil dan kekerasannya

mencukupi. Untuk bahan poros disarankan untuk menggunakan baja karbon medium.

Terdapat kekurangan mahasiswa dalam menyebutkan material hanya jenisnya saja seperti, alumunium, *stainless steel*, *mild steel* tanpa menyebutkan klasifikasinya. Untuk material alumunium ada beberapa klasifikasi yang diperdagangkan di pasaran, yaitu logam alumunium berdasarkan standar ASTM untuk alumunium lembaran yang banyak diperdagangkan yaitu Alumunium 6061, 3003, 5052, 5083 dan 5086. Demikian pula *stainless steel* yang banyak diperdagangkan yaitu seri 304/304L dan 316/316L. Kode ini sering tidak disebutkan secara spesifik saat mahasiswa menyebutkan material yang digunakan.

Mahasiswa juga sering melakukan kesalahan dalam hal penulisan kode, spesifikasi maupun ukuran material. Sebagai contoh mahasiswa menuliskan jenis bahan adalah besi siku 40x40x3. Penulisan ini jelas tidak tepat, karena akan menyulitkan bagi mahasiswa lain yang ingin mencari bahan dipasaran, karena penulisan tersebut baru memberikan informasi mengenai ukuran dan bentuk profilnya. Penulisan yang benar seharusnya adalah bahan SS400, dengan ukuran 40x40x3 mm. Jika ditulis demikian jelas materialnya adalah baja karbon dengan kode standar JIS dengan kelas SS400. Demikian contoh kesalahan mahasiswa yang sering dilakukan pada saat penulisan bahan yang digunakan dalam pembuatan karya teknologi.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan di atas dapat diambil suatu simpulan bahwa mahasiswa telah memiliki pertimbangan yang sejalan dengan kriteria pemilihan bahan menurut ilmu bahan. Pertimbangan dalam pemilihan bahan meliputi kekuatan, penggunaan, proses pengerjaan, ketersediaan, dan harga. Kriteria utama dalam pemilihan material didasarkan pada perhitungan gaya dan tegangan yang dialami oleh komponen selama bekerja. Material logam adalah jenis material yang paling banyak digunakan, yaitu meliputi baja karbon, baja paduan,



besi tuang, *stainless steel*, aluminium dan tembaga. Baja karbon merupakan jenis logam yang paling banyak digunakan, yaitu sebesar 62%. Komponen yang dibuat mahasiswa masih terdapat 36% tidak tepat dalam penggunaan jenis material.

## DAFTAR RUJUKAN

\_\_\_\_\_.2009. *Kurikulum Pendidikan Teknik Elektro*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UNY

Besari, M.S. 2008. *Teknologi di Nusantara*. Jakarta: Salemba Teknika

Hawkes, Barry and Abinnet, Ray. 1997. *The Engineering Design Processes*. Eidenburgh Gate, Harlow: Addison Wesley Longman

Holt, Knut. 1983. *Product Innovation Management*. London: Butterworths

Hubel, Vello and Lussow, Diedra B. 1992. *Focus on Designing*. Toronto: Mc Graw-Hill

Ryerson Limited, Sanders, M.S. and Mc Cormick, Ernest J. 1984. *Human Factors in Engineering and Design*. New York: McGraw-Hill Book Co

Khalil, T.M. 1972. *Design Tools and Machines to Fit the Man*. Industrial Engineering: Institute of Industrial Engineers

Ulrich, Karl T. and Eppinger, Steven D. 2000. *Product Design and Development*. Boston: Irwin McGraw-Hill Co