

PENGEMBANGAN POLA UNTUK PRAKTIK PENGECORAN ALUMINIUM DI SMK N 3 YOGYAKARTA

PATTERN DEVELOPMENT FOR ALUMINUM CASTING PRACTICE AT 3rd SVHS YOGYAKARTA

Oleh: Dwi Nor Wibowo dan Nurdjito, Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
E-mail: dwi.noor94@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pola dan mengetahui kelayakannya. Pola dikembangkan dengan metode R&D. Data dikumpulkan menggunakan angket dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Populasi penelitian ini terdiri dari 1 ahli materi, 1 ahli media, 3 guru dan 30 siswa kelas X TP 3 Jurusan Teknik Pemesinan SMK N 3 Yogyakarta. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa skor rata-rata penilaian oleh ahli materi 85,4 dan dikategorikan sangat layak, skor rata-rata penilaian oleh ahli media 85,7 dan dikategorikan layak, skor rata-rata penilaian oleh guru 61,8 dan dikategorikan layak, skor rata-rata penilaian oleh siswa 70,55 dan dikategorikan layak. Berdasarkan data tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pola layak digunakan sebagai media belajar pada praktik pengecoran logam.

Kata kunci: Pola, praktik, pengecoran, aluminium

Abstract

This study aimed at developing pattern and determine its feasibility. This pattern was developed using R&D method. The data was collected by questionnaire and then analyzed quantitative descriptively. The study population consisted of one subject matter experts, one media expert, three teachers and 30 students of X TP 3 class majoring in mechanical engineering at 3rd State Vocational High School (SVHS) Yogyakarta. The development result shows that the average score by subject expert is 85,4 and categorized as very feasible, the average score by media expert is 85,7 and categorized as feasible, the average score by teachers is 61,8 and categorized as feasible, an average score by student is 70,55 and categorized as feasible. Based on these data, it can be concluded that the pattern fit to use as a media learning in metal casting practice.

Keywords: pattern, practice, casting, aluminium

PENDAHULUAN

Pendidikan menengah kejuruan menurut Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional (UUSPN) No. 20 tahun 2003 pasal 18 adalah pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik terutama dalam bidang tertentu. Sebagai tindak lanjut dari undang-undang di atas, maka dikembangkan bidang-bidang keahlian yang diputuskan oleh Dirjen Pendidikan Menengah Nomor: 4678/D/KEP/MK/2016 tentang spektrum keahlian pendidikan menengah kejuruan yang menyatakan bahwa teknik pengecoran logam merupakan salah satu paket keahlian yang ada dalam bidang keahlian teknologi dan rekayasa. Pada kenyataannya masih banyak SMK khususnya jurusan teknik pemesinan hanya memberikan ilmu tentang pengecoran logam sebatas teori,

sehingga lulusan SMK jurusan teknik pemesinan kurang memiliki ketrampilan pengecoran logam yang seharusnya diperoleh.

Paryanto (2011) yang mengembangkan materi pembelajaran pengecoran logam di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY menyatakan bahwa pembelajaran untuk mahasiswa dalam kompetensi keahlian pengecoran logam harus menyeluruh dari sejarah pengecoran dan dasar pengecoran sampai pemeriksaan cacat pada coran. Dengan materi pengecoran yang lengkap tersebut, maka kompetensi lulusan yang dihasilkan akan mampu untuk menjawab tantangan dunia industri yang berkaitan dengan pengecoran logam.

Peralatan utama dalam proses pengecoran adalah tungku pelebur. Logam aluminium banyak diaplikasikan pada kegiatan praktik pengecoran di

sekolah atau perguruan tinggi. Tungku pelebur aluminium berbahan bakar gas telah banyak dikembangkan antara lain oleh Ella (2011), Amir Zaki (2013), Arianto LS., dkk (2014), Kalimin dan Arianto (2016) dan M. Nur Ilyas dan Arianto LS. (2017).

SMK Negeri 3 Yogyakarta mempunyai program keahlian Teknik Pemesinan. Karena itu sudah seharusnya memberikan kompetensi keahlian pengecoran logam secara lengkap. Tetapi faktanya kompetensi keahlian pengecoran logam diberikan hanya sebatas teori saja karena terdapat kendala yang dihadapi dalam pelaksanaannya.

Ketidak-tersedian peralatan penunjang untuk praktik pengecoran logam yang berdampak pada guru maupun siswa telah diatasi dengan menjalin kerjasama dengan Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY. Arianto dkk (2017) telah mengembangkan perangkat praktik pengecoran logam yang siap digunakan untuk pembelajaran di SMK N 3 Yogyakarta. Bagaimanapun, pola pengecoran yang dimiliki SMK N 3 Yogyakarta adalah pola belah dari kayu yang berbentuk rumit dan tentunya sangat sulit untuk digunakan oleh peserta didik yang baru pertama kali melakukan proses pengecoran. Pola adalah model benda yang akan dibuat melalui proses pengecoran (Surdia & Chijiwa, 2006: 51). Pola merupakan bentuk tiruan benda tuangan yang digunakan untuk membuat rongga cetakan (Dody Prayitno, 2006: 9). Apolonia E. Bolo (2016) telah mengembangkan pola-pola sederhana untuk praktik pengecoran di SMK Piri 1 Yogyakarta, sedang Arif Rahman (2017) mengembangkan di SMK Muhammadiyah 1 Salam.

Penelitian ini ditujukan untuk mengatasi kebutuhan pola-pola sederhana yang belum tersedia di SMK N 3 Yogyakarta. Pola-pola sederhana yang layak untuk praktik pengecoran logam dikembangkan untuk membantu siswa dan guru dalam praktik pengecoran logam.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan acuan model penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) level 3, yaitu meneliti dan menguji

untuk mengembangkan produk yang telah ada (Sugiyono, 2016: 64).

Waktu dan Tempat Penelitian

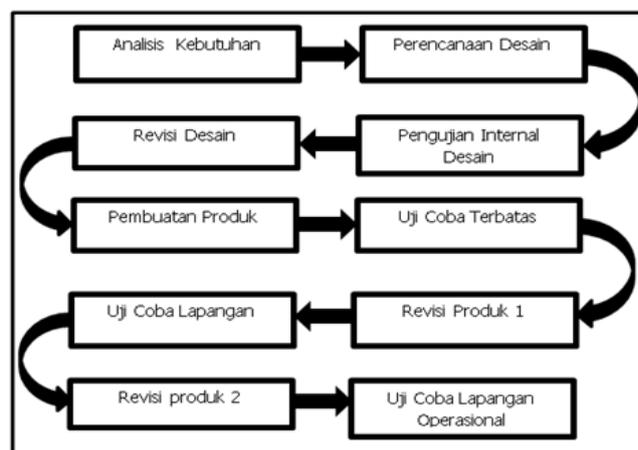
Waktu pelaksanaan penelitian dan pengembangan ini dimulai pada tanggal 2 November 2016 s/d 25 Februari 2017 bertempat di Bengkel fabrikasi Jurusan Teknik Pemesinan SMK Negeri 3 Yogyakarta.

Target/Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam penelitian ini terdiri dari 1 orang ahli materi, 1 orang ahli media, 3 orang guru pengampu dan 30 orang siswa kelas X jurusan teknik pemesinan SMK N 3 Yogyakarta. Sedangkan objek penelitian adalah pola pengecoran aluminium.

Prosedur

Prosedur dalam penelitian ini terdiri dari 10 langkah, yang meliputi: analisis kebutuhan, perencanaan desain, pengujian internal desain, revisi desain, pembuatan pola, uji coba terbatas, revisi produk 1, uji coba lapangan, revisi produk 2 dan uji coba lapangan operasional. Alur pengembangan pola dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah Pengembangan Produk

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang didapatkan dalam penelitian ini berupa data kuantitatif. Instrumen yang digunakan sebagai alat pengumpulan data adalah Kuisioner. Kuesioner yang digunakan adalah jenis angket tertutup, dimana responden cukup

memberikan jawaban dengan memberi tanda centang (\checkmark). Kuesioner yang disusun memiliki 5 alternatif jawaban. Sebelum digunakan, angket tersebut di uji kevalidannya oleh ahli.

Alternatif jawaban yang disediakan menggunakan metode penskoran positif. Tabel 1 memperlihatkan alternatif jawaban yang tersedia dengan menggunakan metode penskoran positif yang terdiri dari 5 alternatif jawaban.

Tabel 1. Alternatif Jawaban Angket

Keterangan	Skor positif	Skor Negatif
Sangat setuju	5	1
Setuju	4	2
Tidak setuju	3	3
Kurang setuju	2	4
Sangat tidak setuju	1	5

Penilaian oleh ahli materi meliputi 2 aspek, yaitu: materi pola dan manfaat dengan 20 butir pernyataan. Penilaian ahli media meliputi 5 aspek, yaitu: bahan, manfaat, desain, penerapan, dan hasil, dengan 21 butir pernyataan. Penilaian guru meliputi 3 aspek, yaitu: manfaat, hasil dan penggunaan, dengan 15 butir pernyataan. Penilaian siswa meliputi 4 aspek, yaitu: bahan, penggunaan, manfaat dan hasil dengan 17 butir pernyataan.

Pengumpulan data dilaksanakan dalam empat tahap, yang meliputi: penilaian oleh ahli materi, penilaian oleh ahli media, penilaian oleh 3 orang guru dan penilaian oleh 30 siswa.

Teknik Analisis Data

Data yang didapatkan dalam penelitian ini berupa data kuantitatif. Hasil data kuantitatif ini selanjutnya akan digunakan untuk analisis kebutuhan pengembangan pola atau akan digunakan untuk merevisi pola agar menjadi lebih baik. Teknik analisis data yang digunakan untuk mengolah data kuantitatif ini adalah analisis statistik deskriptif. Hasil analisis data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menentukan kelayakan pola.

Data hasil yang diperoleh dari penilaian oleh ahli materi, ahli media, guru pengampu dan penilaian oleh siswa, kemudian dikonversikan dengan mengacu pada Tabel 2 untuk kemudian dilakukan proses analisis selanjutnya.

Tabel 2. Kategori Penilaian (Wagiran, 2013: 337)

Interval	Kategori
$Mi + 1,8 SDi < X \leq Mi + 3 SD$	Sangat Layak
$Mi + 0,6 SD < X \leq + Mi + 1,8 SD$	Layak
$Mi - 0,6 SD < X \leq Mi + 0,6 SD$	Kurang Layak
$Mi - 1,8 SD < X \leq Mi - 0,6 SD$	Tidak layak
$Mi - 3 Sdi < X \leq Mi - 1,8 SD$	Sangat Tidak Layak

Keterangan :

Mi : rata-rata ideal

SDi : simpangan baku ideal

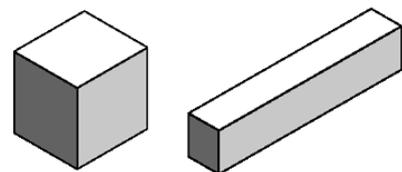
Mi : $\frac{1}{2} x (\sum skor maks ideal + \sum skor min ideal)$

SDi : $\frac{1}{6} x (\sum skor maks ideal - \sum skor min ideal)$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

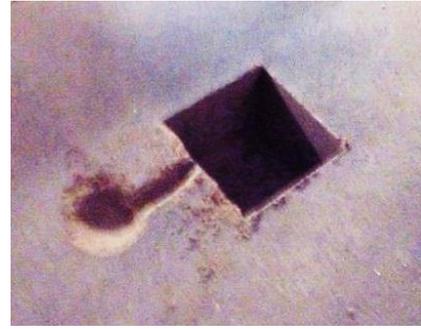
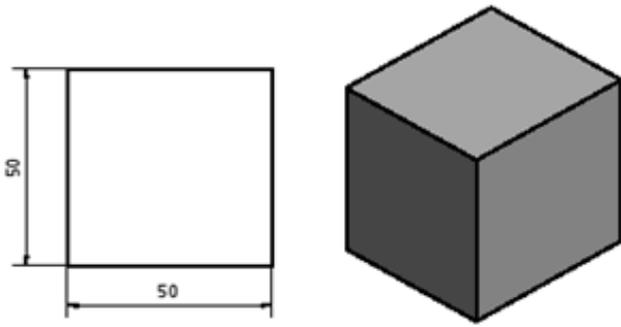
Pola yang akan dikembangkan untuk media belajar praktik pengecoran logam dibuat melalui proses analisis kebutuhan dengan cara wawancara dan observasi terlebih dahulu. Wawancara untuk pengembangan pola dilakukan melalui beberapa ahli diantaranya guru pengampu mata pelajaran dan ahli pengecoran logam dari FT UNY.

Desain pola yang akan dibuat sebagai media belajar praktik pengecoran logam merupakan jenis desain pola tunggal dengan 2 macam bentuk yaitu kubus dan balok. (Gambar 2). Pola yang dikembangkan dimaksudkan agar didapat produk untuk bahan dasar praktik CNC TU 3A dan praktik pemesinan dengan job membuat *rack gear*.

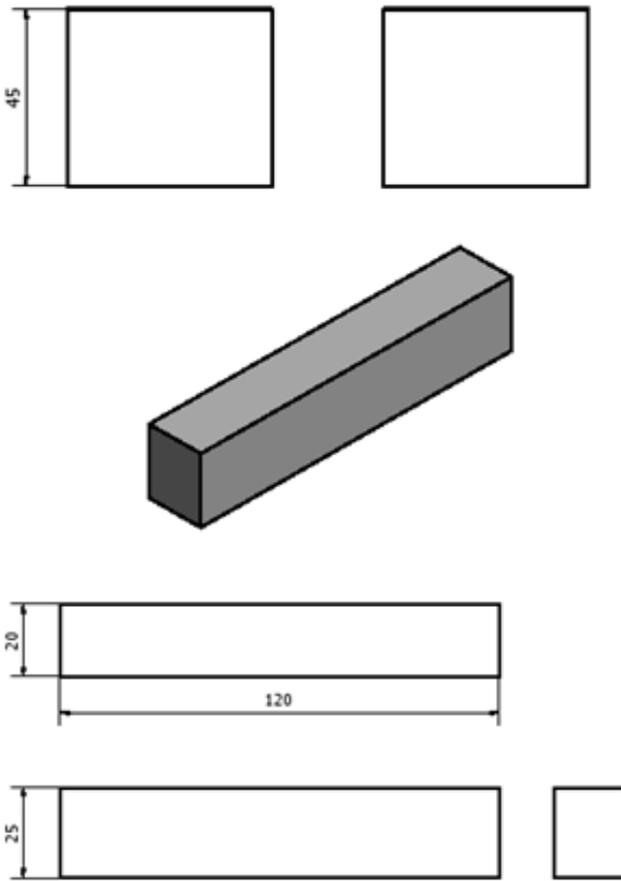


Gambar 2. Desain Benda Coran Kubus dan Balok

Setelah mengetahui bentuk produk yang diinginkan, kemudian dilakukan pengujian internal desain untuk menentukan ukuran pola yang dikembangkan. Pola kubus mempunyai ukuran panjang 50 mm, lebar 50 mm dan tinggi 45 mm, sedang pola balok berukuran panjang 120 mm, lebar 20 mm dan tinggi 25 mm. (Gamar 3).



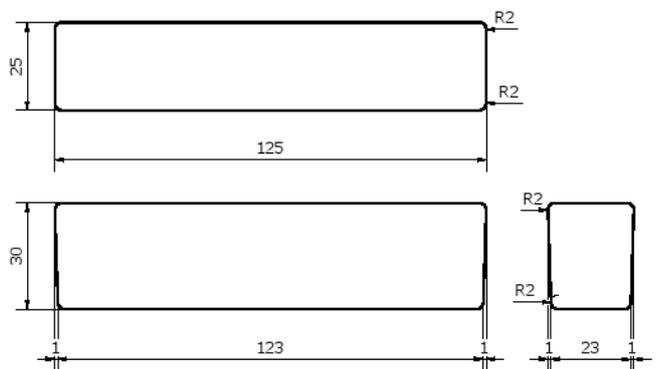
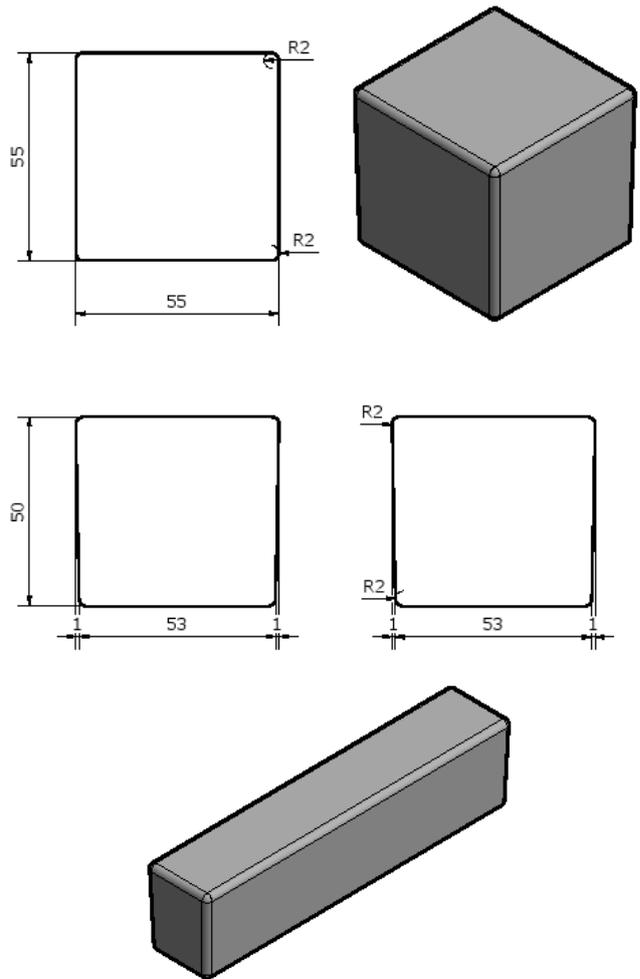
Gambar 4. Cetakan Hasil Uji Lapangan Terbatas



Gambar 3. Ukuran Benda yang Diinginkan

Berdasarkan pengujian internal desain yang telah dilakukan oleh ahli media dan materi maka desain pola direvisi dan diperbesar ukurannya 5 mm pada sisi panjang, lebar dan tingginya. Hal ini ditujukan untuk mengantisipasi penyusutan logam dan pengerjaan mesin.

Setelah tahap revisi desain, selanjutnya pola dibuat menggunakan bahan kayu yang khusus digunakan untuk membuat pola, yang mempunyai serat kayu yang halus. Pemilihan bahan kayu ini karena harganya yang terjangkau dan bahan kayu mudah diperoleh serta mudah dibentuk. Hasil tahap ini adalah produk 1.



Gambar 5. Desain Produk 2

Setelah produk 1 dibuat, maka dilakukan uji lapangan secara terbatas yang ditujukan untuk mengetahui kekurangan awal dari pola produk 1.

Gambar 4 merupakan hasil cetakan yang dibuat dari pola kubus. Tampak bahwa pasir pada sisi-sisi tepi cetakan sedikit terangkat. Berdasar hasil uji coba, ahli media dan materi memberi saran untuk memberi radius 2 mm pada tiap rusuk pola dan memberi kemiringan 1 mm pada bidang tegak cabut pola. (Gambar 5).

Setelah produk 1 direvisi, diperoleh produk 2. Uji coba lapangan dilakukan untuk mencari kekurangan yang mungkin masih ada dari pola produk 2. Uji coba lapangan ini didampingi oleh ahli materi, ahli media dan guru pengampu Jurusan Teknik pemesinan SMK Negeri 3 Yogyakarta. Pelaksanaan uji coba dan hasil uji coba tampak pada Gambar 6 dan 7.

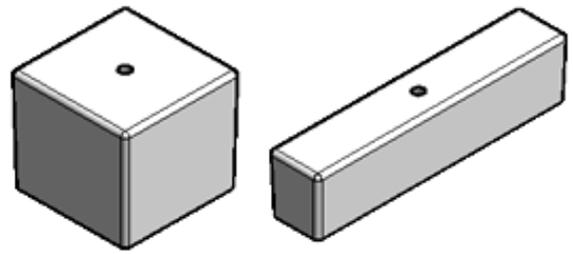


Gambar 6. Uji Coba Lapangan



Gambar 7. Hasil Uji Lapangan

Revisi pada produk 2 merupakan revisi tahap akhir atau final pada desain pola yang akan digunakan sebagai media praktik pengecoran. Setelah selesai dilakukan uji coba lapangan masih terdapat kekurangan pada pola. Perbaikan dilakukan dengan memberikan tambahan lubang pencabut pola dengan ukuran M5X0,8 dengan kedalaman 6 mm. (Gambar 8).



Gambar 8. Revisi Desain 2

Tahap terakhir adalah uji coba lapangan operasional yang dilakukan pada tanggal 14 Januari 2017. Uji coba ini diikuti oleh siswa SMK N 3 Yogyakarta kelas X (sepuluh) Teknik Pemesinan berjumlah 30 orang siswa (Gambar 9).



Gambar 9. Siswa Melakukan Uji Coba



Gambar 10. Hasil Praktik Siswa

Penilaian uji kelayakan oleh ahli materi, ahli media, guru dan siswa kemudian akan dianalisis berdasar persamaan pada Tabel 2 dan selanjutnya dikategorikan pada Tabel 3.

Hasil penilaian uji kelayakan oleh ahli materi untuk produk pola yang dikembangkan meliputi 2 aspek, yaitu materi pola dan manfaat. Penilaian oleh ahli materi terdiri dari 20 butir pernyataan. Penentuan kategori penilaian mengacu pada Tabel 3. Hasil penilaian uji kelayakan oleh

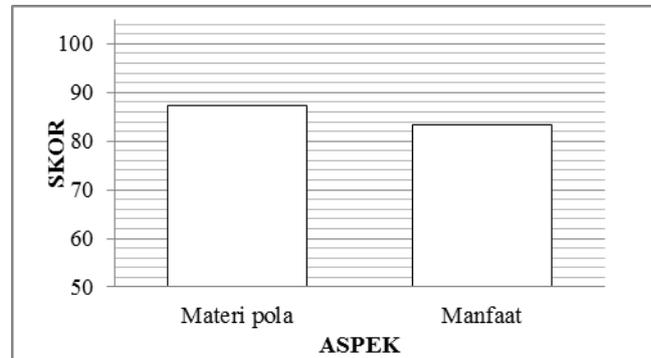
ahli materi adalah: skor rata-rata pada aspek materi pola sebesar 87,4 dikategorikan sangat layak dan skor rata-rata pada aspek manfaat pola 83,4 dikategorikan layak. Berdasar data hasil uji kelayakan oleh ahli materi, diketahui rata-rata skor penilaian secara keseluruhan adalah 85,4 maka dengan demikian pola yang dikembangkan dinyatakan sangat layak untuk digunakan sebagai media belajar praktik pengecoran logam. Gambar 11 adalah histogram hasil uji kelayakan ahli materi.

Tabel 3 . Kategori Penilaian Uji Kelayakan

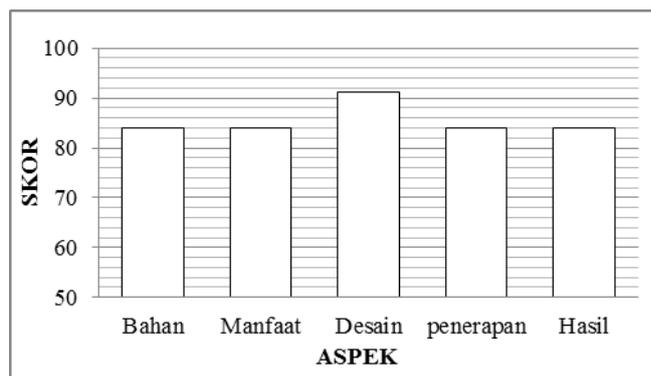
Validasi	Interval Skor	Kategori
Ahli Materi	$84 \leq 100$	Sangat Layak
	$68 \leq 84$	Layak
	$52 \leq 68$	Kurang Layak
	$36 \leq 52$	Tidak Layak
	$20 \leq 36$	Sangat Tidak Layak
Ahli Media	$88,2 \leq 105$	Sangat Layak
	$71,4 \leq 88,2$	Layak
	$54,6 \leq 71,4$	Kurang Layak
	$37,8 \leq 54,6$	Tidak Layak
	$21 \leq 37,8$	Sangat Tidak Layak
Guru Pengampu	$63 \leq 75$	Sangat Layak
	$51 \leq 63$	Layak
	$39 \leq 51$	Kurang Layak
	$27 \leq 39$	Tidak Layak
	$15 \leq 27$	Sangat Tidak Layak
Siswa	$71,4 \leq 85$	Sangat Layak
	$57,8 \leq 71,4$	Layak
	$44,2 \leq 57,8$	Kurang Layak
	$30,6 \leq 44,2$	Tidak Layak
	$17 \leq 30,6$	Sangat Tidak Layak

Penilaian uji kelayakan oleh ahli media untuk produk pola yang dikembangkan meliputi 5 aspek, yaitu: bahan, manfaat, desain, penerapan dan hasil. Penilaian oleh ahli media terdiri dari 21 butir pernyataan. Penentuan kategori penilaian mengacu pada Tabel 3. Hasil penilaian uji kelayakan oleh ahli media adalah: aspek bahan dengan skor 84 dikategorikan layak, penilaian aspek manfaat dengan skor 84 dikategorikan layak, penilaian aspek desain dengan skor 91,1 dikategorikan sangat layak, penilaian aspek penerapan dengan skor 84 dikategorikan layak, dan penilaian aspek penerapan dengan skor 84 dikategorikan layak. Berdasar dari hasil uji coba

kelayakan oleh ahli media, diketahui skor rata-rata penilaian keseluruhan adalah 85,47, maka pola yang dikembangkan menurut ahli media dinyatakan layak untuk digunakan sebagai media belajar praktik pengecoran logam di SMK N 3 Yogyakarta. Gambar 12 histogram hasil uji kelayakan ahli media.



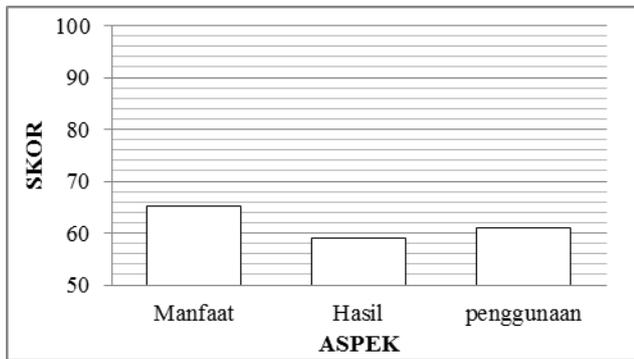
Gambar 11. Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Materi



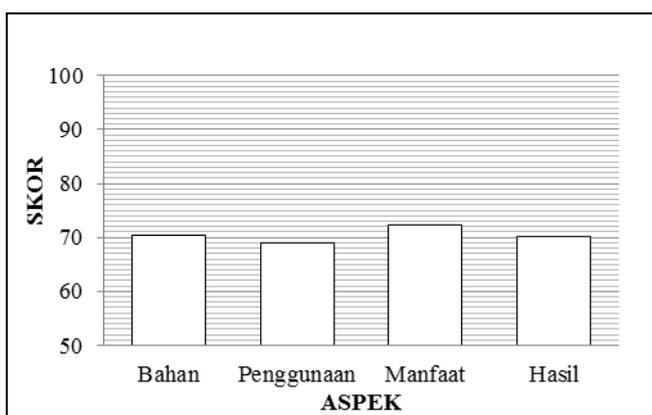
Gambar 12. Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Media

Uji kelayakan oleh guru pengampu SMK N 3 Yogyakarta meliputi 3 aspek, yaitu manfaat, hasil dan penggunaan pola. Penilaian oleh guru ini terdiri dari 15 butir pernyataan. Penentuan kategori penilaian mengacu pada Tabel 3. Hasil penilaian uji kelayakan oleh guru adalah: aspek manfaat dengan skor 65,1 dikategorikan sangat layak, aspek hasil dengan skor 59,1 dikategorikan layak dan aspek penggunaan dengan skor 61 dikategorikan layak. Berdasarkan dari hasil uji kelayakan oleh guru pengampu, maka diketahui skor rata-rata penilaian keseluruhan sebesar 61,8, maka menurut guru pengampu pola dinyatakan layak untuk digunakan sebagai media belajar praktik pengecoran logam di SMK N 3 Yogyakarta. Gambar 13 merupakan histogram hasil uji kelayakan guru pengampu.

Uji kelayakan oleh siswa untuk produk pola yang dikembangkan meliputi 4 aspek, yaitu bahan, penggunaan, manfaat dan hasil. Penilaian oleh siswa ini terdiri dari 17 butir pernyataan. Penentuan kategori penilaian mengacu Tabel 3. Hasil penilaian uji kelayakan oleh siswa adalah: aspek bahan dengan skor 70,4 dikategorikan layak, aspek penggunaan dengan skor 69 dikategorikan layak, aspek manfaat dengan skor 72,3 dikategorikan sangat layak dan aspek hasil dengan skor 70,2 dan dikategorikan layak. Berdasar hasil uji coba kelayakan oleh siswa, diketahui skor rata-rata penilaian keseluruhan 70,55, maka menurut para siswa pola dinyatakan layak untuk digunakan dalam praktik pengecoran logam. Gambar 14 merupakan histogram hasil uji kelayakan oleh siswa.



Gambar 13. Hasil Uji Kelayakan oleh Guru



Gambar 14. Hasil Uji Kelayakan oleh Siswa

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pola yang dikembangkan untuk media belajar praktik pengecoran logam terbuat dari

kayu, berjenis pola tunggal yang berbentuk kubus dan balok. Pola kubus mempunyai ukuran panjang 55 mm, lebar 55mm, tinggi 50 mm, sedangkan untuk pola balok mempunyai ukuran panjang 125 mm, lebar 25 mm, tinggi 30 mm. pada rusuk pola diberi radius 2 mm, kemiringan pola 1 mm, dan lubang penarik pola M5x0,8 dengan kedalaman 6 mm.

Hasil pengembangan pola menunjukkan bahwa skor rata-rata penilaian oleh ahli materi 85,4 dan dikategorikan sangat layak, skor rata-rata penilaian oleh ahli media 85,7 dan dikategorikan layak, skor rata-rata penilaian oleh guru 61,8 dan dikategorikan layak, skor rata-rata penilaian oleh siswa 70,55 dan dikategorikan layak. Disimpulkan pola layak digunakan sebagai media belajar pada praktik pengecoran logam.

Keterbatasan Produk

Pola untuk praktik pengecoran logam telah dikembangkan berdasar langkah sesuai dengan prosedur. Namun produk pola masih terdapat keterbatasan. Pola hanya layak digunakan untuk pembelajaran praktik pengecoran logam. Pola yang dikembangkan hanya sebatas 2 macam bentuk yang sederhana dari bahan kayu serta jenis pola yang sama. Hasil dari praktik pengecoran bentuk balok hanya dapat digunakan untuk 1 job pemesinan yaitu *rack gear* dan hasil coran bentuk kubus hanya digunakan untuk bakalan benda kerja untuk praktik CNC TU 3A.

Saran

Perlu dikembangkan pola yang berbeda dari segi bentuk, bahan dan jenis pola yang lain sehingga menambah ilmu dan pengalaman baik guru maupun siswa di bidang pengecoran logam.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir Zaki. (2013). *Perencanaan dan Pembuatan Dapur Pengecoran Logam dengan Menggunakan Bahan Bakar Gas (LPG)*. Diakses tanggal 7 Desember 2016 dari [http://www.researchgate.net/profile/akhyar_hasan/publication/276233684_VARIASI_KOMPOSISI_SILIKON_DALAM PADUAN ALUMINIUM TERHADAP KER](http://www.researchgate.net/profile/akhyar_hasan/publication/276233684_VARIASI_KOMPOSISI_SILIKON_DALAM_PADUAN_ALUMINIUM_TERHADAP_KER)

[ENTANAN HOT TEARING/links/5552fa8f08ae6943a86d8f74.pdf](https://doi.org/10.30605/ENTANAN_HOT_TEARING/links/5552fa8f08ae6943a86d8f74.pdf)

- Apolonia Eprindiana Bolo. (2016). Pengembangan pola praktik pengecoran aluminium pada mata pelajaran proses dasar mesin di SMK Piri 1 Yogyakarta. *Skripsi*. tidak dipublikasikan. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arianto LS., dkk, (2014), Pengembangan Tungku Peleburan Aluminium untuk Mendukung Kompetensi Pengecoran Di SMK Program Studi Keahlian Teknik Mesin, *Inotek*, (18) 1, 80–94, LPPM Yogyakarta
- Arianto LS, dkk. (2017). Sarana praktik pengecoran aluminium untuk SMK program keahlian teknik mesin. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Vokasional oleh FT UNY tanggal 6 Februari 2017*. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arif Rahman. (2017). Pengembangan pola untuk pembelajaran praktik pengecoran logam di SMK Muhammadiyah 1 Salam. *Skripsi*, tidak dipublikasikan. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Direktur Jenderal Pendidikan Menengah. (2016). *Spektrum Keahlian pendidikan Menengah Kejuruan*. Diakses Pada tanggal 29 Maret 2017 dari <http://www.pendidikan-diy.go.id/img/gall/Spektrum%2034%20THAtriaTangerang%20Revisi.pdf>.
- Dody Prayitno. (2006). *Pengenalan Pengecoran logam*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Ella Sundari, (2011). Rancang Bangun Dapur Peleburan Alumunium Bahan Bakar Gas, *Jurnal Austenit*, (3) 1, 17–26.
- Kalimin dan Arianto, (2016), Tanggapan siswa terhadap tungku pelebur aluminium sebagai media praktik pengecoran logam di SMK Piri 1 Yogyakarta, *Seminar Nasional dan Gelar Produk Penelitian dan PPM 2016 tanggal 26-27 April 2016*, Yogyakarta: LPPM UNY
- M. Nur Ilyas dan Arianto LS. (2017). Tungku krusibel kompak untuk praktik pengecoran aluminium di SMK Muhammadiyah 1 Salam. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, (5) 1, 9-20
- Paryanto. (2011). Pengembangan materi pembelajaran pengecoran logam di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY. *Laporan penelitian*. Tidak dipublikasikan. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian & Pengembangan*. Bandung: Alfabeta.
- Surdia, T .& Chijiwa, K. (2006). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Prandya Paramita.
- Wagiran. (2013). *Metodologi Penelitian Pendidikan. Teori Dan Implementasi*. Yogyakarta: Deepublish.