



## **Meta Analysis Study: Effect of STEM (Science Technology Engineering and Mathematic) towards Achievement**

### **Studi Meta Analisis: Pengaruh STEM (Science, Technology, Engineering dan Mathematic) terhadap Hasil Belajar**

**Ahmad Khoiri**

Universitas Sains Alquran Wonosobo

---

**Abstract**

Received: October 31, 2018  
Revised: February 25, 2019  
Accepted: March 05, 2019

Research on the effect of STEM integration on learning outcomes is determined through Effect Size (ES). The ability of researchers to summarize articles on statistical domains (Mean, SD, Pre Test, Post Test, Chi Square, Coefficient r, t-Value, P-value) that are reviewed to place research positions as consideration in the needs analysis and introduction. Literature research results obtained from 42 articles sourced from Google Scholar, Science Direct and Elviesier relating STEM and learning outcomes. Meta analysis study based on the form of STEM learning outcomes, Integration Type, Publication Year, Education Level and ES value. The results of data analysis show the greatest use of STEM in the integration of Project Based Learning (PjBL) from the 8 integrations formed. Most of the research conducted at the level of Higher Education 47.6% had an effect on the learning outcomes of S-T-E-M. The ES value obtained ranges from 0.684 to 4.44 with an average of 0.93 high categories and ES determination  $R^2 = 0.7458$  or 74.58% contributing to the influence of STEM on learning outcomes. Based on data analysis, the learning outcomes are in the form of conceptual understanding, 21st century students' motivation and skills which include critical thinking skills, creative and problem solving as a provision for career skills preparedness in the future by solving global issues.

**Keywords:** Meta Analysis, STEM and Achievement

(\*) Corresponding Author: [akhoiri@unsiq.ac.id](mailto:akhoiri@unsiq.ac.id)

**How to Cite:** Khoiri, A. (2019). Meta analysis study: Effect of STEM (science technology engineering and mathematic) towards achievement. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 9 (1): 71-82. <http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v9i1.2937>

---

## **PENDAHULUAN**

Abad 21 menuntut pembelajaran berbasis teknologi yang terintegrasi. Salah satunya melalui Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*) menjadi topik update yang sesuai dengan abad 21 untuk bersaing global dan menyelesaikan isu-isu kehidupan melalui literasi STEM (*Hanover Research*, 2011). Bybee (2013) mengungkapkan literasi STEM menunjukkan konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, rekayasa, dan matematika yang digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem dalam kehidupan. Rendahnya SDM berdasarkan TIMSS dan PISA (Roberts, 2012) disebabkan kurangnya keterampilan karir yang mahir untuk mengisi lapangan kerja dalam bidang STEM. Hal ini dikuatkan oleh



(Apedoe, X. S., et.al, 2008 dan Cachaper, C. et.al. 2008) bahwa Pendekatan STEM terintegrasi dalam pembelajaran berpotensi untuk membekali keterampilan bekerja abad 21 siswa melalui hasil belajar. Hasil belajar menjadi indikasi pada kemampuan keterampilan kerja siswa, sejauh mana kontribusi pengaruh pembelajaran STEM terhadap hasil belajar berupa kreativitas, keterampilan memecahkan masalah, motivasi diri siswa berfikir kritis.

Mengkaji integrasi STEM dalam pembelajarannya untuk memetakan hasil riset STEM pada jenjang pendidikan IPA yang dilakukan. Keterbatasan peneliti dalam mengkaji karena banyaknya wilayah STEM yang cakupan sangat luas. Ranah STEM dibatasi pada informasi domain statistik efek size (ES), ES merupakan ukuran kuantitas suatu hasil penelitian untuk mengetahui korelasi atau perbedaan antar variabel penelitian (Cohen's, 1988), pada penelitian kuantitatif ini memberikan informasi tentang pengaruh Integrasi STEM terhadap hasil belajar siswa.

## METODE

Metode meta analisis menggunakan *studi literature* dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan. Tahapan meta analisis dapat dijelaskan sebagai berikut:

### 1. Tahap Persiapan

- a) Manajemen Data ditemukan bersumber dari Google Scholar pada *Journal of STEM Education* edisi 2008-2018, *Science Direct* dan *Elsevier* Tahun 2014-2018.
- b) Keyword data berdasarkan penggunaan variable penelitian yaitu:  
Variabel bebas: Integrasi STEM  
Variabel Terikat: Hasil Belajar
- c) Penggunaan key word "STEM Education" AND "Achievement" AND "Integration STEM" OR "Science Technology" OR "Science Mathematic" OR "Science Engineering".

### 2. Tahap Pelaksanaan

- a) Mengumpulkan data melalui sumber literature 1 Oktober -27 oktober 2018
- b) Meresume data penelitian berupa: Variabel penelitian, Tujuan Penelitian, Statistik data yang digunakan dan jenjang pendidikan.
- c) Pengkodean Data untuk mempermudah dalam menganalisis
- d) Menganalisis ES dari hasil pengumpulan data penelitian
- e) Menyimpulkan hasil analisis data

### 3. Tahap Analisis Data

- a) Menganalisis domain ES dari penelitian berupa:

- Mean pre-test ( $\bar{X}_{pre}$ )	- Mean Kontrol ( $\bar{X}_C$ )
- Mean Pos test ( $\bar{X}_{post}$ )	- Koefisien $r$
- Standar Deviasi eksperimen ( $SD_E$ )	- Koefisien $t$
- Standar Deviasi Kontrol ( $SD_C$ )	- Nilai $P$ ( $p$ -Value)
- Mean Eksperimen ( $\bar{X}_E$ )	- $N$ gain score
- b) Menganalisis pengaruh antar variable

Meta-analisis menyatakan hasil penemuan kajian dengan  $ES$  ditentukan dalam persamaan statistik sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.



Tabel 1. Perhitungan *Efek Size* (Becker & Park, (2011))

No	Data statistik	Rumus	Formula
1	Rata-rata pada satu kelompok	$ES = \frac{\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre}}{SD_{pre}}$	Fr-1
2	Rata-rata pada masing-masing kelompok	$ES = \frac{\bar{x}_{eksperimen} - \bar{x}_{kontrol}}{SD_{kontrol}}$	Fr-2
3	Rata-rata pada masing-masing kelompok	$ES = \frac{(\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre})_{eksperimen} - (\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre})_{kontrol}}{\left( \frac{SD_{pre kontrol} + SD_{pre eksperimen} + SD_{post kontrol}}{3} \right)}$	Fr-3
4	Chi-square	$ES = \frac{2r}{\sqrt{1-r^2}}; r = \sqrt{\frac{\chi^2}{n}}$	Fr-4
5	t hitung	$ES = t \sqrt{\frac{1}{n_{eksperimen}} + \frac{1}{n_{kontrol}}}$	Fr-5
6	Nilai P	CMA (Comperhensive Meta Analisis Software)	Fr-6

Setelah diperoleh *efek size* (*ES*), maka hasilnya dapat diinterpretasikan ke dalam kriteria Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi *Efek Size* (Cohen's, 1988)

Effect Size (ES)	Kategori standar
$0 \leq ES \leq 0,2$	Rendah
$0,2 \leq ES \leq 0,8$	Sedang
$ES \geq 0,8$	Tinggi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pengaruh pembelajaran terintegrasi STEM terhadap hasil belajar siswa digunakan sebagai dasar penelitian lanjutan. Berdasarkan metode penelitian diperoleh 42 (empat puluh dua) artikel yang dianalisis dan dapat dihitung ES berdasarkan 5 kategori yaitu: Jenis hasil belajar STEM terintegrasi keseluruhan atau sebagian, Type Integrasi STEM terhadap desain pembelajaran termodifikasi, Penelitian dilakukan berdasarkan sampel jenjang pendidikan SD, SMP, SMA dan PT, tahun publikasi mulai tahun 2008 sampai dengan 2018 untuk memberikan gambaran peta penelitian yang telah dan sedang dilakukan, serta nilai ES dihasilkan dari sebaran artikel. Rekapitulasi hasil integrasi STEM dan hasil belajar yang mempunyai nilai ES dapat disajikan melalui Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Pengaruh Integrasi STEM terhadap Hasil Belajar

No	Sumber Meta Analisis	Type Integras <sup>i</sup> *	Hasil Belajar	Informasi Data Efek Size (ES)					Code Data
				N total	ES	Jenjang	Kategori	Ket	
1	Lawanto O, et.al (2013)	PjBL	E	97	0,55	SMA	Sd	Fr-2	A-1
2	Apedoe, X., et al. (2008)	DBL	E-S	271	0,31	SMA	Sd	Fr-4	B-1
3	- Sullivan, F. S. (2008)	CTL	E-S-	26	0,667	SD	Ti	Fr-2	C-1
	- Riskowski, et.al (2009)	PjBL	T	126	0,43	SMP	Sd		C-2
4	- Petros J. (2017)	CTL	E-T	125	0,07	PT	Rn	Fr-1	D-1



	- Mativo J.M, et.al (2013)	InBL		80	0,09			Fr-2	D-2
5	- Sundararajan. et.al (2018)	ColBL	S	58	0,79	SMA	Ti	Fr-4	E-1
	- Kashyap U, et.al (2017)	DBL		155	0,50		Sd		E-2
6	- Mwaikinda, et.al (2016)	1 InBL	S-E	118	0,42	2 PT	2 Sd	Fr-1	F-1
	- Teasley. S.L.et.al. (2017)	3 PBL		105	1,91	SMA	2 Ti	Fr-1	G-1
	- Kolvord B, et.al (2016)			142	2,87	SMP		Fr-1	G-2
	- Moaveni .S, et.al (2016)			35	0,45			Fr-5	G-3
7	- Bénéteau, C et.al (2016)	IBL	S-E-	190	2,52	PT	Ti	Fr-4	H-1
	- Windsor. A, et.al (2015)	PjBL	M	745	0,65		Sd	Fr-2	H-2
8	- Koch R, et.al (2018)	CTL	S-M	27	0,72	2 PT	3 Sd	Fr-1	I-1
	- Kassaee A.M, et.al (2016)	DBL		36	0,24	SMP		Fr-2	I-2
	- Zhan. W. (2014)	PjBL		196	0,24			Fr-2	I-3
9	Ernst J. V, et.al (2018)	IBL	S-T	88	-0,02	PT	Rn	Fr- 3	J-1
10	- Nugent, G., et al. (2010)	2 CTL	STE	258	0,933	1 SD	10 Ti	Fr-1	K-1
	- Lam, D., et al. (2008)	6 DBL	M	21	1,76	7	10	Fr-2	K-2
	- Giamellaro M, et.al (2018)	9 PjBL		37	1,29	SMP	Sd	Fr-4	K-3
	- Patrick L., et.al (2016)	2 IBL		189	2,12	5	4 Rn.	Fr-5	K-4
	- Leon, J. et,al (2015)	2 PBL		1412	1,34	SMA			K-5
	- Kendricks, et.al (2013)	1 InBL		40	0,36	11 PT			K-6
	- Roschele, et al. (2010)			30	-				K-7
	- Acar. D, et.al. (2018)			68	0,684				K-8
	- Frost. L, et.al (2018)			45	2,26				K-9
	- Sevil Ceylan, et.al (2015)			12	0,62				K-10
	- Dubriwny N, et.al (2016)			125	4,44				K-11
	- Knowles, et.al (2018)			22	0,15				K-12
	- Caveer D.S, et.al (2017)			390	0,3				K-13
	- DeLuca V. W, et.al (2013)			26	3,40				K-14
	- Krehbiel. D, et.al (2017)			156	0,27				K-15
	- Bahar, A. et.al (2016)			86	1,30				K-16
	- Knezek, G, et.al (2015)			325	0,28				K-17
	- Tseng et al., (2012)			1621	0,56				K-18
	- Horvath M, et.al (2018)			311	0,314				K-19
	- Robnett, R.D, et.al (2017)			158	0,90				K-20
	- Thibaut L, et.al (2018)			131	0,46				K-21
	- Icel. M. et.al ( 2018)			143	1,30				K-22
	- Fox, G.D, et.al (2017)			314	0,28				K-23
					0,81				
11	Williams T.O.Jr, et.al (2015)	InvBL	S-T-M	180	0,69	SMA		Fr- 5	L-1
				$\sum ES = 38,85, N= 42$ Artikel					

**Rata-rata ES = 0,93 (Kategori Tinggi)**

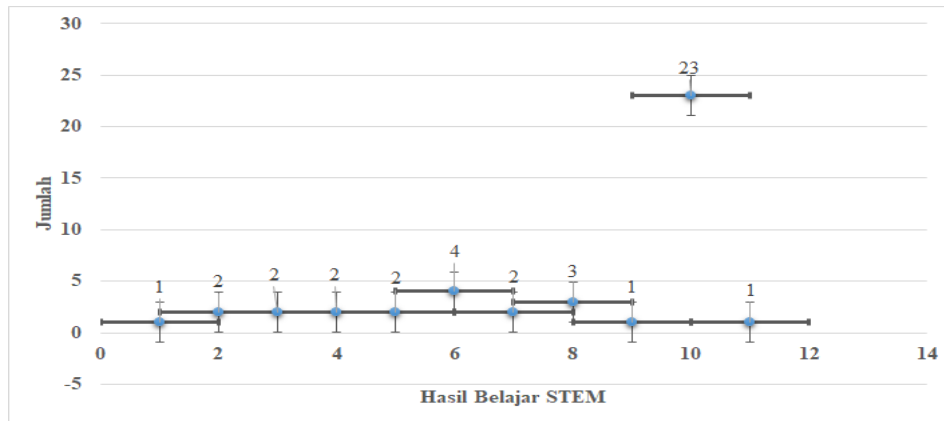
Keterangan:

<i>Collaborative Based Learning</i>	: ColBL	Formula 1	: Fr-1
<i>Contextual Learning</i>	: CTL	Formula 2	: Fr-2
<i>Desaign Based Learning</i>	: DBL	Formula 3	: Fr-3
<i>Inquiry Based Learning</i>	: IBL	Formula 4	: Fr-4
<i>Integrated Based Learning</i>	: InBL	Formula 5	: Fr-5
<i>Investigation Based Learning</i>	: InvBL	Tinggi	: Ti
<i>Problem Based Learning</i>	: PBL	Sedang	: Sd
<i>Project Based Learning</i>	: PjBL	Rendah	: Rn

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan 11 bentuk hasil belajar yaitu: 1E (*Engineering*), 2 E-S (*Engineering Science*), 2 E-S-T (*Engineering Science Technology*), 2 E-T (*Engineering Technology*), 2 S (*Science*), 4 S-E (*Science Engineering*), 2 S-E-M (*Science*



*Engineering Mathematic*), 3 *S-M (Science Mathematic)*, 1 *S-T (Science Technology)*, 23 *S-T-E-M (Science Technology Engineering Mathematic)*, 1 *S-T-M (Science Technology Mathematic)* yang dapat disajikan dalam gambar 1.

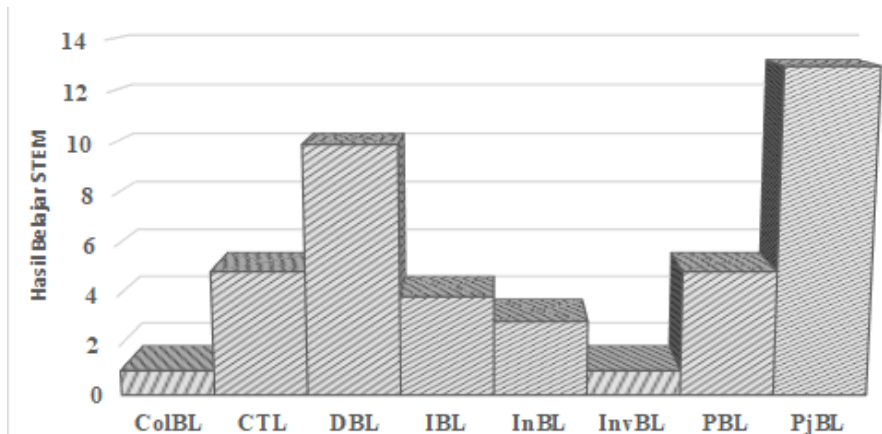


Gambar 1. Sebelas Jenis Hasil Belajar STEM

Hasil belajar terintegrasi dalam bidang STEM baik keseluruhan atau sebagian. Berdasarkan hasil penelitian (Koch R, et.al, 2018; Williams T.O.Jr, et.al, 2015 dan Petros J. Katsioloudis, 2017) mengungkapkan adanya peningkatan hasil belajar kreatifitas dan ketekunan belajar dengan pembelajaran STEM terintegrasi Science and Mathematic (S-E) yang dikuatkan oleh Ernst J. V, et.al (2018) Adanya perbedaan hasil belajar antara Science Mathematic (S-M), Science Technology (S-T), Tecnology Mathematic (T-M). Selain itu hasil belajar terintegrasi keseluruhan bidang STEM terdapat perbedaan kemampuan belajar dan ketertarikan antara penggunaan STEM dan Non STEM (Frost. L, et.al, 2018; Lam, D., et al. 2008; Leon. J, et.al, 2015; Mwaikinda S.R. and Mara S. Aruguete, 2016; Patrick L. Browna, et.al, 2016; Bahar, A. and Tufan Adiguzel, 2016; Kassae A.M and Ginger H. R, 2016).

Keberhasilan belajar STEM tidak hanya berupa motivasi dan ketertarikan siswa, namun keterampilan abad 21 juga ditunjukkan dari hasil penelitian Kashyap U and S. Mathew (2017) tentang berpikir kreatif, Nugent, G., et al. (2010) menghasilkan berpikir kreatif dan mandiri. Teasley. S.L.et.al. (2017) dan Moaveni .S and Karen C. Chou. (2016) menghasilkan keterampilan problem solving dan Sundararajan N.K. et.al (2018) dan DeLuca V. W, et.al (2013) menghasilkan keterampilan kritis. Artinya dengan STEM dapat mempengaruhi hasil belajar bukan hanya pemahaman saja namun keterampilan abad 21 siswa yang dapat digali melalui karakteristik STEM itu sendiri sebagai alat untuk mengatasi masalah dalam kehidupan secara global dengan berbagai situasi.

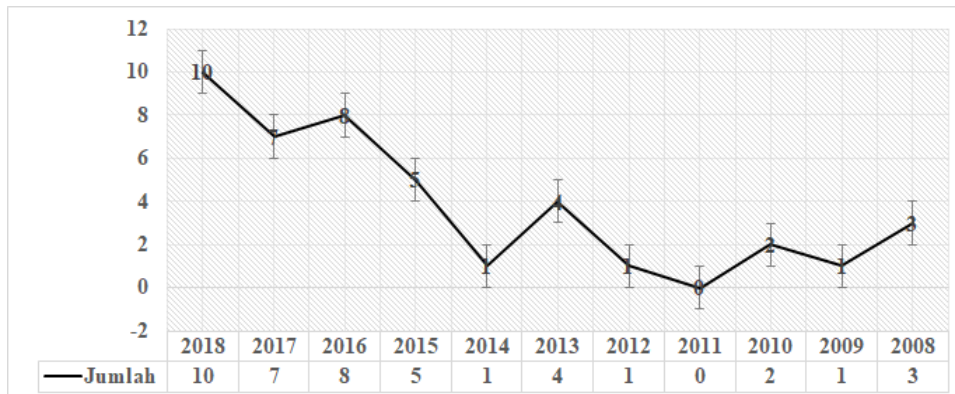
Selanjutnya gambar 2 menjelaskan Type integrasi STEM dikombinasi dengan 8 bentuk dari 42 artikel yang terdiri dari satu ColBL (E-1), lima CTL (C-1, D-1, I-1, K-1 dan K-2). Selanjutnya sepuluh kombinasi DBL melalui classroom, praktikum, laboratorium dan lainnya (B-1, E-2, I-2, K-3, K-6, K-7, K-8, K-9, K-19 dan K-20). Empat IBL dalam mempengaruhi hasil belajar (H-1, J-1,K-11,K-12). Tiga InBL (D-2, F-1, K-2), satu InvBL (L-1), lima PBL (G-1, G-2, G-3, K-13 dan K-14). Type yang terbesar adalah tigabelas PjBL (A-1,C-1, H-2, 1-3, K-4,K-5, K-10,K-14,K-15,K-16,K-17,K-18, K-22 dan K-23). Berikut disajikan gambar 2 untuk mempermudah dalam membaca hasil.



Gambar 2. Delapan Integrasi STEM Terhadap Hasil Belajar

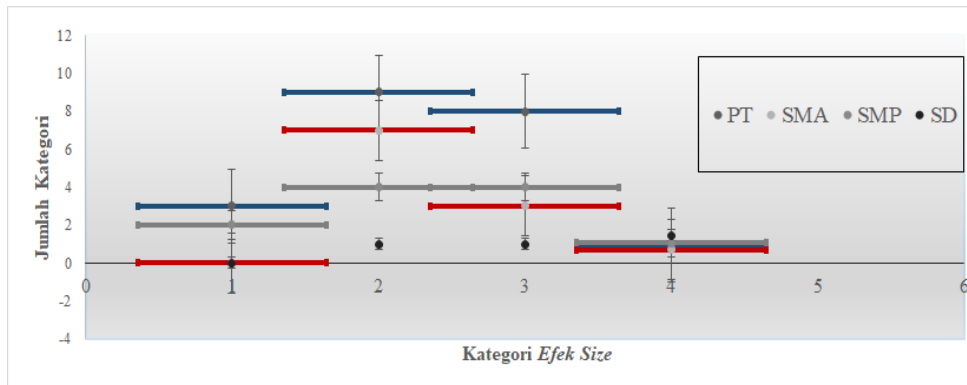
STEM terintegrasi CoIBL dan InvBL masih sangat jarang dilakukan dan paling sering dilakukan adalah STEM terintegrasi PjBL berbasis proyek dipandang lebih efektif dalam mempengaruhi hasil belajar siswa (Fox G. A, et.al (2017); Lawanto O, et.al (2013) dan Zhan W (2014); Icel. M and Davis, M (2018) dan Caveer D.S, et.al (2017); Mativo J.M, et.al (2013).

Artikel yang dikaji Tahun 2008-2018 dari 42 artikel paling banyak pada Tahun 2018 sedangkan Tahun 2011 penulis belum dapat menemukan. Tahun publikasi menunjukkan keterbaruan hasil penelitian dan update hasil penelitian sebelumnya atau yang sedang dilakukan dalam durasi waktu 11 tahun. Penelitian STEM dari tahun ke tahun mengalami peningkatan jumlah publikasi yang menunjukkan pentingnya STEM untuk dikaji karena sangat relevan dengan kebutuhan keterampilan abad 21 siswa. Gambar 3 menjelaskan perkembangan STEM dalam tahun publikasi.



Gambar 3. Penelitian STEM berdasarkan Tahun Publikasi

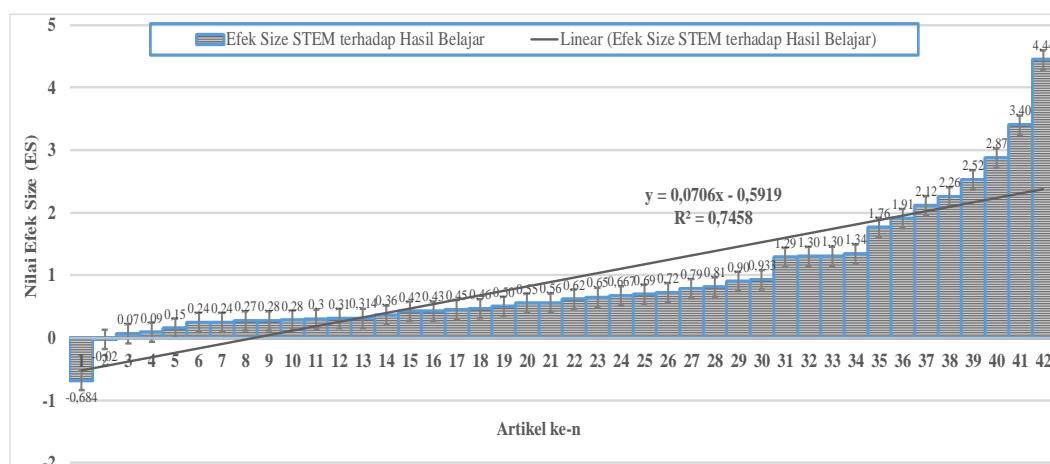
Selanjutnya ES berdasarkan jenjang pendidikan paling banyak dikaji pada populasi 20 PT, selanjutnya 10 SMA, 10 SMP dan 2 SD dengan sampel penelitian rentang 12 responden sampai dengan 1621 sampel penelitian. Sebaran jenjang pendidikan STEM yang dilakukan dapat disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Efek Size berdasarkan Jenjang Pendidikan

Gambar 4. menunjukkan garis *Error Bars* jenjang pendidikan pada *ES* yaitu kategori Rendah (Rn), Sedang (Sd) dan Tinggi (Ti) pada masing-masing secara berurutan 3Rn , 9Sd, 8Ti pada PT, 0Rn,7Sd,3Ti Pada SMA, 2Rn,4Sd,4Ti pada SMP dan 0Rn, 1Sd, 1Ti pada SD. Berdasarkan prosentase PT sebesar 47,6%, SMA dan SMP sebesar 23,8% dan SD sebesar 4,8%. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran integrasi STEM sangat baik diterapkan di jenjang PT, alasannya untuk mempelajari literasi STEM perlu dengan keterampilan berfikir tinggi dan kritis untuk menyelesaikan masalah global dan kompleks. Sampel penelitian Mahasiswa akan lebih tepat dan mudah untuk melaksanakannya.

Selanjutnya nilai *ES* diperoleh dari informasi domain statistik menggunakan persamaan pada tabel 1. Nilai *ES* menghasilkan sebaran data dari -0,684 kategori rendah sampai dengan 4,44 kategori tinggi, *ES* terdapat 5 kategori rendah ( $0 \leq ES \leq 0,2$ ), 21 kategori sedang ( $0,2 \leq ES \leq 0,8$ ) dan 16 kategori Tinggi ( $ES \geq 0,8$ ). Hasil rata-rata *ES* dari 42 artikel sebesar 0,93 kategori tinggi. Nilai *ES negatif* menunjukkan pendekatan tradisional lebih baik pengaruhnya terhadap hasil belajar siswa dibandingkan dengan pendekatan integrative yang ditandai jumlah rerata (*mean*) kelompok kontrol lebih besar dari pada rerata (*mean*) kelompok eksperimen (Becker & Park, 2011). Pada meta analisis yang dikaji terdapat dua penelitian mempunyai nilai *ES negatif* yaitu penelitian Ernst J. V, et.al (2018) sebesar -0,02 menggunakan pendekatan *Inquiry Based Learning* (IBL) dan Roschele, et al. (2010) sebesar -0,684 dengan pendekatan *Desaign Based Learning* (DBL), untuk lebih jelasnya disajikan dalam gambar 5.



Gambar 5. Efek Size Pengaruh Integrasi STEM terhadap Hasil Belajar



Berdasarkan gambar 5 menunjukkan ES dengan determinasi  $R^2$ : 0,7458 artinya kontribusi pengaruh integrasi STEM terhadap hasil belajar sebesar 74,58%. Hasil belajar yang dimaksud berupa keterampilan dalam kesiapan karir kedepan yang dikuatkan oleh Tseng, K. H., et al (2013). Penelitian lain dari Knowles, G.W, et.al (2018); Acar, D, et.al (2018); Krehbiel, D and Jon K. Piper. (2017) melaporkan bahwa pembelajaran STEM memberikan pengaruh positif secara signifikan pada sikap siswa dan mampu mendorong untuk memilih STEM sebagai pilihan karirnya dimasa yang akan datang.

Selain itu Robnett, R.D and Thoman, S.E (2017); Knezek, G, et.al (2015) menunjukkan adanya pengaruh hasil belajar terhadap pembelajaran STEM berdasarkan gender. Windsor, A, et.al (2015) terdapat hubungan yang positif antara pemahaman atau ingatan siswa pada pembelajaran STEM. Horvath M, et.al (2018) adanya hubungan antara pemahaman guru dalam pembelajaran STEM dengan hasil belajar siswa. Kompleksitas dari hasil belajar yang dicapai dalam pembelajaran terintegrasi STEM memberikan manfaat pada penerapan konsep utama dan penggunaan disiplin ilmu STEM untuk berbagai isu global dan situasi yang dihadapi dalam kehidupan siswa terutama pada kajian sains dapat terselesaikan. Merujuk Hasil meta analisis gambar 1, 2, 3, 4 dan 5 maka STEM dapat membentuk SDM yang mampu bernalar dan berpikir kritis, kreatif dan pemecahan masalah dalam mengaplikasikan pengetahuan sains.

## **PENUTUP**

Studi meta analisis dari 42 artikel menunjukkan hasil: 1) Terdapat 11 jenis hasil belajar meliputi 1E, 2 E-S, 2 E-S-T, 2 E-T, 2 S, 4 S-E, 2 S-E-M, 3 S-M, 1 S-T, 23 S-T-E-M, 1 S-T-M terbesar adalah hasil belajar S-T-E-M terintegrasi dan hasil belajar E (Engineering) paling kecil; 2) terdapat 8 Type integrasi yang paling banyak digunakan adalah STEM terintegrasi Project Based Learning (PjBL); 3) Tahun Publikasi terbanyak pada Tahun 2018 sebesar 42% menunjukkan keterbaruan penelitian STEM masih mendominasi. 4) Jenjang Pendidikan banyak dilakukan oleh PT sebesar 47,6% dan paling sedikit SD sebesar 4,8%; 5) Rentang Efek Size (ES) sebesar -0,684 sampai 4,44 dengan rata-rata ES sebesar 0,93 kategori tinggi. Sebaran kriteria 5 ES kategori rendah, 21 ES kategori sedang dan 16 ES kategori tinggi. Besarnya determinansi ES  $R^2$ : 0,7485 atau 74,85% pengaruh Integrasi STEM terhadap hasil belajar. Berdasarkan analisis Hasil Belajar STEM, Type Integrasi, Jenjang Pendidikan dan Tahun Publikasi menunjukkan Penggunaan STEM integrasi PjBL pada Perguruan Tinggi dapat dilakukan sebagai analisis pendahuluan dan dasar penelitian di bidang STEM. Hasil belajar STEM terintegrasi untuk membekali siswa dalam kesiapan bekerja dan keterampilan karir.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Acar, D, Tertemiz, N, Tasdemir, A. (2018). The Effects of STEM training on the academic achievement of 4th graders in science and mathematics and their views on STEM training teachers. *International Electronic Journal Of Elementary Education*, 10 (4), 505-513.
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465.





- Bahar, A. and Tufan Adiguzel. (2016). Analysis of factors influencing interest in STEM career: Comparison between American and Turkish high school students with high ability. *Journal of STEM Education*, 17 (3), 64-69.
- Becker, K. & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary metaanalysis. *Journal of STEM Education*, 12 (1).
- Bénéteau, C, Gordon Fox, Xiaoying Xu, Jennifer E. Lewis, Kandethody Ramachandran, Scott Campbell, John Holcomb. (2016). Peer-led guided inquiry in Calculus at the University of South Florida. *Journal of STEM Education*, 17 (2), 5-13.
- Bybee, R. W. 2013. *The case for STEM education: Challenges and opportunity*. Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press.
- Carver, S.D. Jenna Van Sickle, John P. Holcomb, Debbie K. Jackson, Andrew Resnick, Stephen F. Duffy, Nigamanth Sridhar, Antoinette Marquard, Candice M. Quinn. (2017). Operation STEM: Increasing success and improving retention among mathematically underprepared students in STEM. *Journal of STEM Education*. 18 (3), 20-29.
- Cohen, J, (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavior Sciences*. Hillsdale N. Erlbaum Associates. Jurnal Penelitian. 14 (1)
- Cindy Wong Chyee Chen, Kamisah Osman. (2017). Cultivating Marginalized Children's Scientific Literacy in Facing the Challenges of the 21st Century. *Faculty of Education, The National University of Malaysia, Bangi, Malaysia \*Corresponding Author: kamisah@ukm.edu.my. K-12 STEM Education Vol. 3, No. 1, Jan-Mar 2017, pp.167-177*
- Cachaper, C., Spielman, L. J., Soendergaard, B. D. Dietrich, C. B. Rosenzweig, M., Tabor, L., & Fortune, J. C. (2008). Universities as Catalysts for Community Building among Informal STEM educators: The Story of POISED. *American Educational Research Association Conference*, New York.
- Crippen, K. J., & Archambault, L. (2012). Scaffolded inquirybased instruction with technology: A signature pedagogy for STEM education. *Computers in the Schools*, 29 (1-2), 157-173.
- English L. D. & King D. T. (2015). STEM learning through aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2 (14).
- DeLuca V. W and Nasim Lari.(2013).Developing Students' Metacognitive Skills in a Data-Rich Environment. *Journal of STEM Education*, 14 (1), 45-55.
- Dubriwny N, Nathan Pritchett, Michelle Hardesty, Chan M. Hellman. (2016). Impact of Fab Lab Tulsa on Student Self-efficacy Toward STEM Education. *Journal of STEM Education*, 17(2), 21-25.
- Ernst J. V. Thomas O. Williams Aaron C. Clark Daniel P. Kelly Kevin Sutton. (2018). K-12 STEM educator autonomy: An INVESTIGATION OF SCHOOL INFLUENCE AND CLASSROOM CONTROL. *Journal of STEM Education*, 18(5), 5-9.
- Fan, S., & Ritz, J. (2014). International views of STEM education. In PATT-28 Research into Technological and Engineering Literacy Core Connections Orlando: *International Technology and Engineering Educators Association*. (pp. 7-14).
- Fllis, A., & Fouts, J. (2001). Interdisciplinarycurriculum: The research base: The decision to approach music curriculum from an interdisciplinary perspective should include a consideration of all the possible benefits and drawbacks. *Music Educators Journal*, 87 (22), 22-26.
- Frost. L, J. Greene, T. Huffman, B. Johnson, T. Kunberge. (2018). SPARCT: A STEM professional academy to reinvigorate the culture of teaching. *Journal of STEM Education*, 19 (1), 62-69.



- Fox G. A. Scott Campbell, Arcadii Grinshpan, Xiaoying Xu, John Holcomb, Catherine Bénéteau, Jennifer E. Lewis, Kandethody Ramachandran. (2017). Implementing projects in calculus on a large scale at the University of South Florida. *Journal of STEM Education*, 18 (3), 30-38.
- Icel. M and Davis, M (2018), Stem focused high school and university partnership: Alternative solution for senioritis issue and creating students' stem curiosity. *Journal of STEM Education*, 19 (1), 14-22.
- Giamellaro M, Deborah R. Siegel. (2018). Coaching teachers to implement innovations in STEM. *Teaching and Teacher Education*, 76, 25-38.
- Hanover Research. 2011. K-12 STEM education overview.
- Horvath M, Joanne E. Goodell, Vasilius D. Kostead. (2018). Decisions to enter and continue in the teaching profession: Evidence from a sample of U.S. secondary STEM teacher candidates. *Teaching and Teacher Education*, 71, 57-65.
- Lawanto O, Deborah Butler, Sylvie C. Cartier, Harry B. Santoso, Wade Goodridge, Kevin N. Lawanto, David Clark. (2013). Pattern of task interpretation and self-regulated learning strategies of high school students and college freshmen during an engineering design project. *Journal of STEM Education*, 14(4), 15-27.
- Kendricks K. D., K V. Nedunuri, and Anthony R. Arment. (2013). Minority student perceptions of the impact of mentoring to enhance academic performance in STEM disciplines. *Journal of STEM Education*, 14 (2), 38-46.
- Kashyap U and S. Mathew. (2017). Corequisite model: An effective strategy for remediation in freshmen level quantitative reasoning course. *Journal of STEM Education*, 18 (2), 23-29.
- Kassaei A.M and Ginger H. R. (2016). Motivationally-informed interventions for at-risk STEM students. *Journal of STEM Education*, 17(3), 77-84.
- Knezek, G, Rhonda Christensen, Tandra Tyler-Wood, David Gibson (2015). Gender differences in conceptualizations of STEM career interest: Complementary perspectives from data mining, multivariate data analysis and multidimensional scaling. *Journal of STEM Education*, 16 (4), 13-19.
- Knowles, G.W, Kelley, T.R, Holland, J.D. (2018). Increasing teacher awareness of STEM careers. *Journal of STEM Education*, 19 (3), 47-55.
- Koch R, Koch. R, J. Kucsera, K. B. Angus, K. Norman, E. Bowers, P. Nair, H. S. Moon, A. Karimi, and S. Barua. (2018). Enhancing learning power through first-year experiences for students majoring in STEM disciplines. *Journal of STEM Education*, 19 (1), 22-30.
- Kolvoord. B, Robyn Puffenbarger, Ray McGhee, Roman J. Miller, Ken Overway. (2016). Bridging the valley: recruiting and retaining STEM majors. *Journal of STEM Education*, 17(4), 8-18.
- Krehbiel. D and Jon K. Piper. (2017). Recruiting STEM students with brief summer research experiences: an opportunity for colleges and their alumni. *Journal of STEM Education*, 18 (4), 17-24.
- Lam, P., Doverspike, D., Zhao, J., Zhe, J., & Menzemer, C. (2008). An evaluation of a STEM program for middle school students on learning disability related IEPs. *Journal of STEM Education*, 9.
- Leon. J, Nunes, J.L, Liew. J. (2015). Self-determination and STEM education: Effects of autonomy, motivation, and self-regulated learning on high school math achievement. *Learning and Individual Differences*, 43, 156-163.



- Mativo J.M., Roger B. Hill, Paul W. (2013). Godfrey effects of human factors in engineering and design for teaching mathematics: A comparison study of online and face-to-face at a technical college. *Journal of STEM Education*, 14 (4), 36-44.
- Moaveni .S and Karen C. Chou. (2016). Using the five whys method in the classroom: How to turn students into problem solvers. *Journal of STEM Education*, 17(4), 35-41.
- Mwaikinda S.R. and Mara S. Aruguete. (2016). The efficacy of a student organization for STEM students. *Journal of STEM Education*, 17 (3), 22-26.
- Nugent, G., Barker, B., Grandenett, N., & Adamchuk, V. (2010). Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42.
- Petros J. Katsioloudis . (2017). Impacts of effective temperature on sectional view drawing ability and implications for engineering and technology education students. *Journal of STEM Education*, 18 (2), 17-22.
- Patrick L. Brown, James P. Concannon, Donna Marxa, Christopher W. Donaldson, Alicia Black. (2016). An examination of middle school students STEM self literacy with Relation to interest and perceptions of STEM. *Journal of STEM Education*, 17 (3), 27-38.
- Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M., & Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education*, 25 (1), 181–195.
- Roberts, A. 2012. A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 74 (8), 1-7.
- Robnett, R.D and Thoman, S.E (2017). STEM success expectancies and achievement among women in STEM major. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 91-100
- Roschele, J., Shechtman, N., Tatar, D., Hegedus, S., Hopkins, B., Empson, S., Gallagher, L. (2010). Integration of Technology, Curriculum, and Professional Development for Advancing Middle School Mathematics: Three Large-Scale Studies. *American Educational Research Journal*.
- Roschelle, Roschelle, J., Rafanan, K., Bhanot, R., Estrella, G., Penuel, B., Claro, S. (2010). Scaffolding group explanation and feedback with handheld technology: impact on students' mathematics learning. *Educational Technology Research and Development*, 58, 399-419.
- Sevil Ceylan dan Zehra Ozdilek. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Social and Behavioral Sciences* 177 (2015) 223 – 228.
- Sundararajan N.K. Olusola Adesope, Andy Cavagnetto. (2018). The process of collaborative concept mapping in kindergarten and the effect on critical thinking skills. *Journal of STEM Education*, 19 (1), 5-13.
- Teasley. S.L. Sirena Hargrove-Leak, Willietta Gibson, Roland Leak. (2017). Case studies in sustainability used in an introductory laboratory course to enhance laboratory instruction. *Journal of STEM Education*, 18 (2), 30-39.
- Thibaut L, Heidi Knipprath, Wim Dehaene, Fien Depaepe. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and Teacher Education*, 71, 190-205.



- Windsor. A, Anna Bargagliotti, Rachel Best, Donald Franceschetti, John Haddock, Stephanie Ivey, David Russomanno. (2015). Increasing retention in STEM: Results from a STEM talent expansion program at the University of Memphis. *Journal of STEM Education*, 16 (2), 11-19.
- Williams T.O.Jr. Jeremy,V. Ernst Toni, Marie Kau. (2015). Special populations at-risk for dropping out of school: A discipline-based analysis of STEM educators. *Journal of STEM Education*, 16 (1), 41-45.
- Zhan. W. (2014). Research experience for undergraduate students and its impact on STEM education. *Journal of STEM Education*, 15(1), 32-38