



PENELITIAN

~ PENDIDIKAN ~

Efektivitas Penggunaan Scratch dalam Meningkatkan Keterampilan Computational Thinking Siswa Sekolah Dasar

Maulana Malik Ibrohim

Universitas Negeri Jakarta, Jakarta
maulanamalikibrohim_9901819016@mhs.unj.ac.id

Abstrak

Computational thinking adalah keterampilan esensial abad ke-21 yang harus dimiliki oleh siswa. Bahkan keterampilan ini telah dimasukkan sebagai salah satu aspek penilaian matematika pada kerangka PISA 2021. Dalam konteks sekolah dasar, pembelajaran dengan Scratch dianggap paling banyak dan efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan computational thinking siswa. Meta-analisis ini dilakukan untuk menguji agregasi pengaruh dari 14 penelitian kuantitatif yang terdiri dari 22 data set untuk menghasilkan *effect sizes* kumulatif beserta presentasi visual yang relevan mengenai efektivitas penggunaan Scratch terhadap keterampilan computational thinking siswa. Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dengan menggunakan metode PRISMA dan dianalisis menggunakan software statistik JASP. Hasil meta-analisis menunjukkan penggunaan Scratch dalam pembelajaran memiliki *effect size* yang positif ($d=0.15$, $CI=[0.06, 0.23]$) terhadap keterampilan computational thinking siswa sekolah dasar. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan computational thinking siswa sekolah dasar. Dimensi yang paling besar dipengaruhi adalah dimensi *concepts* dan *practices*. Hasil ini juga dipengaruhi oleh usia siswa, dimana siswa yang berusia 9 – 12 tahun memperoleh keterampilan computational thinking yang lebih baik dibandingkan siswa yang berusia 5 – 9 tahun.

Kata Kunci : Scratch, Pemrograman, Berpikir Komputasi, Sekolah Dasar

Abstract

Computational thinking is an essential 21st-century skill that students must possess. This skill has been included as one assessment aspect in 2021 PISA framework. Scratch is the most widely and effectively used to improve students computational thinking skill in the context of elementary schools. This meta-analysis was conducted to examine the aggregation effects of 14 quantitative studies consisting of 22 data sets to produce effect sizes along with relevant visual presentations on the effectiveness of Scratch on elementary school students computational thinking skill. The data used in this study were collected using the PRISMA method and analyzed using statistical software JASP. The results showed that Scratch had a positive effect size ($d=0.15$, $CI=[0.06, 0.23]$) on elementary school students computational thinking skill. This result prove that Scratch used in programming learning is significantly effective in improving the elementary school students computational thinking skill. The biggest dimension is the dimension of computational concept and practice. These results were also compared with the students ages, 9-12 years student have improved computational thinking skill are better than 5-9 years old students.

Keywords : Scratch, Programming, Computational Thinking, Elementary School

PENDAHULUAN

Computational thinking merupakan salah satu keterampilan esensial yang harus dimiliki pemelajar abad ke-21 (Shute, et al., 2017). *Computational thinking* disebut sebagai keterampilan fundamental yang harus dimiliki oleh setiap siswa

(Jiang and Wong, 2019), bahkan untuk siapapun dan bukan hanya untuk ilmuan komputer saja. Keterampilan *Computational thinking* ini dianggap sangat penting diajarkan sejak usia dini (Tran, 2019) karena sama seperti keterampilan membaca, menulis dan aritmatika, keterampilan ini harus dimiliki oleh semua anak (Wing, 2006). Mengintegrasikan *computational thinking* ke dalam berbagai bidang pelajaran dalam pendidikan K-12 sendiri sekarang telah diterima secara luas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Güven and Gulbahar, 2020). Terlihat bahwa keterampilan *computational thinking* telah dimasukkan ke dalam kurikulum nasional di banyak negara termasuk Malaysia pada tahun 2017 (Chongo, *et al.*, 2021) dan Thailand pada tahun 2018 (Threekunrapra and Yasri, 2020).

Salah satu cara untuk meningkatkan keterampilan *computational thinking* siswa adalah melalui pembelajaran pemrograman komputer atau *coding*. Dalam proses belajar pemrograman, pemelajar dapat meningkatkan keterampilan *computational thinking* (Wong and Cheung, 2020). Pembelajaran pemrograman ini juga bukan hanya bisa dipelajari oleh professional, tetapi dapat dipelajari juga oleh siapapun, berapapun usianya (Ciftci and Bildiren, 2020). Bahkan keterampilan *coding* sekarang telah diterima sebagai keterampilan yang penting dipelajari siswa. Beberapa negara termasuk Australia, Inggris, Estonia, Finlandia, Selandia Baru, Norwegia, Swedia, Korea Selatan, Amerika, Macedonia, Yunani dan Prancis telah mewajibkan pembelajaran *coding* atau pemrograman dimulai dari tingkat pendidikan dasar meliputi sekolah dasar dan menengah baik sebagai pembelajaran tersendiri maupun terintegrasi dengan pembelajaran yang lain (Pérez-Marín, *et al.*, 2020).

Banyak sekali aplikasi yang dapat digunakan dalam pembelajaran pemrograman, namun beberapa penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Scratch* merupakan aplikasi yang paling efektif dan banyak digunakan untuk meningkatkan keterampilan *computational thinking* siswa (Tikva and Tambouris, 2021), hal ini disebabkan karena aksesibilitas dan kemudahan penggunaannya (Fidai, *et al.*, 2020). Kemudahan penggunaan *Scratch* bahkan dinilai dapat membuat siswa dapat mulai mempelajari pemrograman sejak dini (Zhang and Nouri, 2019).

Telah banyak penelitian dilakukan untuk menguji efektivitas penggunaan *Scratch* dalam pembelajaran pemrograman. Sebagian besar penelitian mengacu kepada kerangka untuk mempelajari dan menilai peningkatan *computational thinking* yang dikembangkan oleh Brennan and Resnick (2012). Beberapa penelitian penggunaan *Scratch* fokus membahas mengenai keterampilan *computational concepts* siswa, yang terdiri dari keterampilan *sequences* (Weng and Wong, 2017), *loops* (Sáez-López and Sevillano-García, 2017), *parallelism* (Lee, *et al.*, 2017), *events* (Kafai and Vasudevan, 2015), *conditionals* (Von Wangenheim, *et al.*, 2017), *operators* (Grover and Basu, 2017), *data* (Funke and Geldreich, 2017).

Pada keterampilan *computational practices*, beberapa penelitian fokus pada beberapa keterampilan *abstraction and modularizing* (Statter and Armoni, 2017), *being incremental and iterative* (Falloon, 2016), *testing and debugging* (Strawhacker, *et al.*, 2018), dan *reusing and remixing* (Vasudevan, *et al.*, 2015). Dan pada keterampilan *computational perspectives*, beberapa penelitian membahas mengenai pengaruh penggunaan *Scratch* terhadap keterampilan *expressing* (Jun, *et al.*, 2017; Sáez-López and Sevillano-García, 2017), *questioning* (Jun, *et al.*, 2017), dan *connecting* (Falloon, 2016).

Berbagai penelitian di atas menunjukkan berbagai nilai positif penggunaan Scratch dalam pembelajaran terhadap keterampilan *computational thinking* baik secara keseluruhan maupun pada masing-masing dimensi (dimensi konsep, praktis, dan perspektif). Meskipun telah banyak penelitian yang menggunakan Scratch sebagai intervensi dalam pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan *computational thinking* siswa sekolah dasar, namun belum terdapat kajian mengenai agregasi yang sistematis mengenai penelitian-penelitian tersebut. Oleh karena itu, kami melakukan sebuah meta-analisis pengaruh penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman untuk memberikan bukti agregasi penggunaan Scratch terhadap keterampilan *computational thinking* siswa sekolah dasar.

Tujuan meta-analisis ini adalah untuk mensintesis hasil penelitian sebelumnya tentang pengaruh pembelajaran pemrograman dengan menggunakan Scratch terhadap keterampilan *computational thinking* siswa. Secara spesifik, penelitian ini (a) menguji apakah pembelajaran pemrograman menggunakan Scratch dapat meningkatkan keterampilan *computational thinking* siswa secara keseluruhan; (b) menguji pengaruh penggunaan pembelajaran pemrograman dengan Scratch pada setiap dimensi (*concepts, practices, dan perceptions*) dari keterampilan *computational thinking* siswa; dan (c) menguji apakah terdapat pengaruh moderator seperti kelompok usia siswa, durasi pembelajaran terhadap efektivitas pembelajaran pemrograman dengan Scratch terhadap keterampilan *computational thinking* siswa.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode meta-analisis yang disarankan oleh Pigott (2012). Metode penelitian ini meminta peneliti untuk menggabungkan penelitian-penelitian kuantitatif yang sejenis dan mengkalkulasi *effect size* kumulatifnya. Untuk penelitian ini, pencarian sistematis dilakukan terhadap artikel hasil-hasil penelitian yang memenuhi kriteria dan diterbitkan antara tahun 2007 – 2021 karena aplikasi Scratch ini pertama kali diluncurkan untuk publik pada tahun 2007. Artikel pertama yang membahas mengenai penggunaan aplikasi Scratch dalam pembelajaran pemrograman untuk meningkatkan keterampilan *computational thinking* diterbitkan pada tahun 2010.

1. Kriteria Pemilihan Artikel

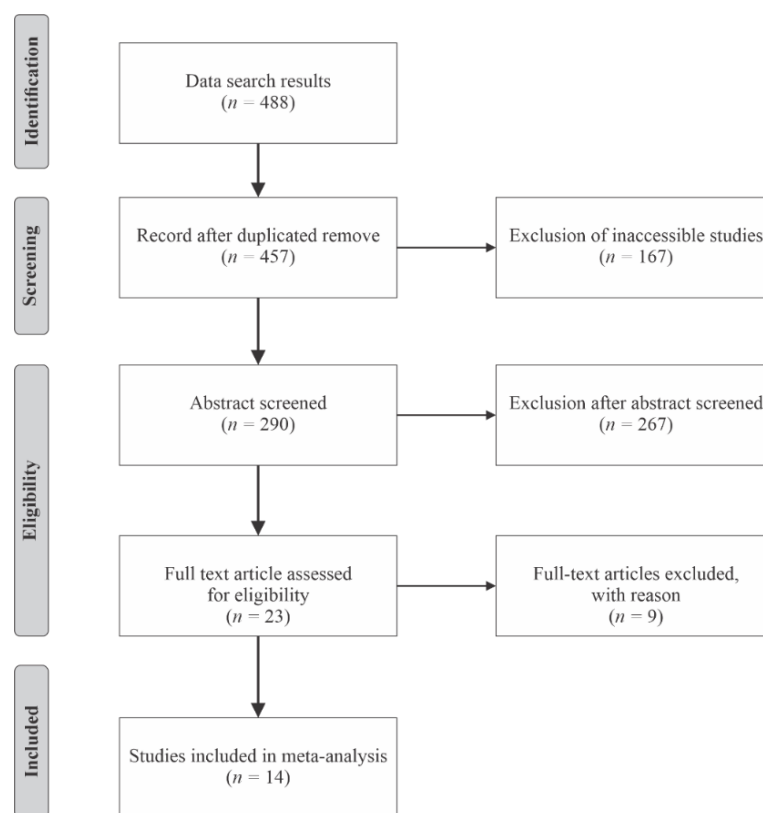
Artikel hasil-hasil penelitian quasi-eksperimen ataupun kuantitatif yang dimasukkan dalam meta-analisis ini memenuhi kriteria berikut : (a) diterbitkan dalam bahasa Inggris; (b) subjek penelitiannya adalah siswa tingkat sekolah dasar; (c) fokus pada pengaruh penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman untuk meningkatkan keterampilan *computational thinking*; (d) diterbitkan dalam format yang dapat diakses secara *online* baik sebagai artikel jurnal *peer-review* ataupun prosiding konferensi; (e) diterbitkan antara tahun 2006 dan 2021; dan (f) menyajikan *effect size* dalam bentuk standar ataupun statistik yang dapat digunakan untuk mengkalkulasi *effect size* kumulatifnya. Artikel yang tidak dapat diakses secara

online ataupun hanya tersedia untuk akses berbayar dimasukkan sebagai artikel yang tidak memenuhi kriteria.

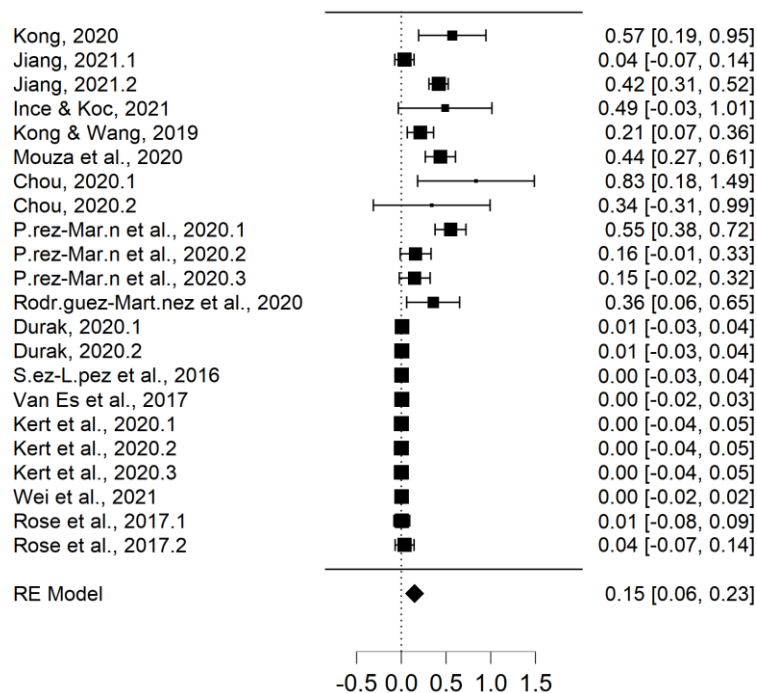
2. Prosedur Pencarian Artikel

Dalam penelitian ini kami menggunakan panduan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) dari Moher, *et al.* (2009) untuk mencari literatur yang relevan. Kami fokus pada dua jenis database untuk mencari penelitian yang relevan untuk meta-analisis ini: artikel jurnal dan prosiding konferensi. Gambar 1. menunjukkan proses seleksi penelitian.

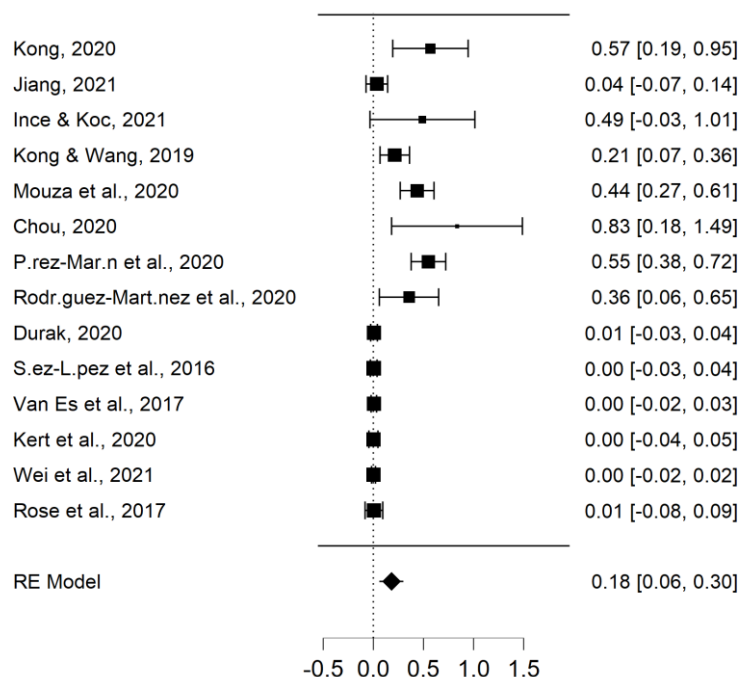
Gambar 1:
Diagram alur pemilihan artikel untuk meta-analisis dengan PRISMA



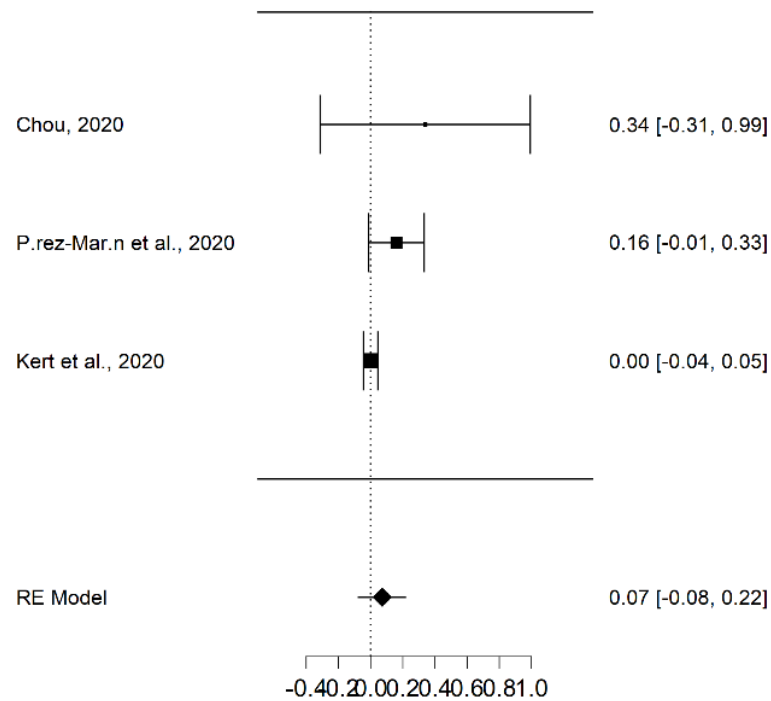
Gambar 2:
Forest plot pengaruh Scratch terhadap keterampilan CT



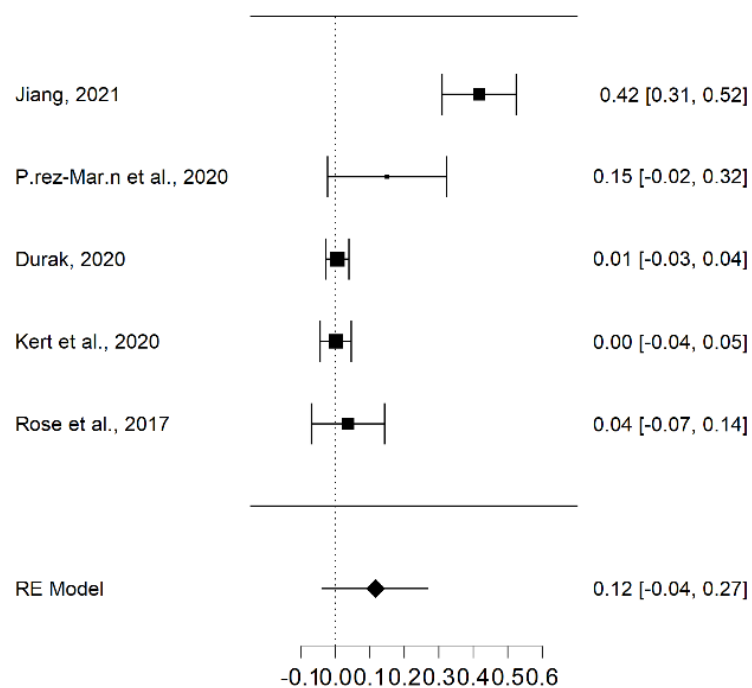
Gambar 3:
Forest plot pengaruh Scratch terhadap keterampilan konsep CT



Gambar 4:
Forest plot pengaruh Scratch terhadap keterampilan praktis CT



Gambar 5:
Forest plot pengaruh Scratch terhadap keterampilan perspektif CT



Tabel 1.
Rincian Artikel Hasil Penelitian dalam Meta-Analysis

No	Penulis, Tahun	Jenis Publikasi	Usia	Duration (Minggu)	Kurikulum Percobaan	n
1	Kong, 2020	C	B	1	Programming	30
2	Jiang, 2021	J	B	5	Programming	336
3	Ince & Koc, 2021	J	B	2	Programming and Robotics	17
4	Kong & Wang, 2019	C	B	24	Programming Apps Inventor	1678
5	Mouza et al., 2020	J	B	9	Programming	138
6	Chou, 2020	J	A	8	Programming with Tablet	12
7	Pérez-Marín et al., 2020	J	A	6	Programming with Methapors	132
8	Rodríguez-Martínez et al., 2020	J	B	1	Programming and Mathematics	47
9	Durak, 2020	J	B	8	Programming	110
10	Sáez-López et al., 2016	J	B	82	Project-Based Learning Programming	107
11	Van Es et al., 2017	C	B	5	4C/ID and Constructionism Programming	129
12	Kert et al., 2020	J	B	10	Block-Based Programming and Robotics	78
13	Wei et al., 2021	J	B	17	Partial Pair Programming	171
14	Rose et al., 2017	J	A	1	Programming	40

Keterangan : C = Conference Proceeding; J = Per-reviewed Journal Article; A = 5 – 9 tahun; B = 9 – 12 tahun

Tabel 2.
Effect Size dan CI Intervensi Scratch terhadap Keterampilan dan Dimensi CT

Dimensi CT	#set Data ES	Rerata ES	Standar Error	95% CI
Konsep	14	0.18	0.062	[0.06, 0.30]
Perspektif	5	0.12	0.079	[-0.04, 0.27]
Praktis	3	0.07	0.076	[-0.08, 0.22]
Keseluruhan CT	22	0.15	0.042	[0.06, 0.23]

Keterangan : CT=Computational Thinking; ES=Effect Size; CI=Confidence Interval

11 penelitian merupakan artikel *peer-review* dari jurnal ilmiah, dan tiga penelitian diterbitkan pada prosiding konferensi. Untuk melihat ringkasan dari penelitian-penelitian yang dimasukkan dalam meta-analisis ini lihat Tabel 1. Semua penelitian kecuali dua (Chou, 2020; Rose, *et al.*, 2017) menggunakan Scratch dan fokus pada peningkatkan keterampilan *computational thinking*. Dua penelitian tersebut menggunakan ScratchJr, akan tetapi ScratchJr adalah salah satu versi dari lingkungan platform pemrograman yang memiliki alur yang sama dengan Scratch dan sama-sama dikembangkan oleh MIT Lab. Tujuh penelitian menggunakan desain penelitian *pre-experimental match group*, tujuh penelitian lain menggunakan desain quasi-eksperimen.

3. Prosedur Pengkodean / Coding

Peneliti menggunakan tabel *Microsoft Excel* untuk mengidentifikasi karakteristik dari masing-masing hasil penelitian. Pada setiap penelitian, kami memberikan penomoran, penulis, tahun terbit, jenis penerbitan, tingkat usia partisipan, durasi penelitian dalam satuan minggu, desain penelitian dan kurikulum pembelajaran. Variabel terikat dari meta-analisis ini adalah keterampilan *computational thinking siswa*. Kami menggunakan kerangka *computational thinking* yang dikembangkan oleh Brennan and Resnick (2012) yang mengelompokkan keterampilan *computational thinking* ke dalam tiga

dimensi kunci: *konsep; praktis; dan perspektif*. Kami membagi satu variabel terikat berdasarkan ketiga dimensi kunci dari keterampilan *computational thinking* tersebut : 1) apabila hasil yang dilaporkan berdasarkan keterampilan *computational thinking* berhubungan dengan keterampilan *sequences, loops, events, parallelism, conditionals, operators*, dan *data* dan kemudian *effect*-nya dikategorisasikan sebagai *computational concepts*; 2) *effect* dikategorisasikan sebagai *computational practices* apabila hasil yang dilaporkan berkaitan dengan perubahan kemampuan siswa dalam keberhasilannya memodifikasi kode dengan perubahan inkremental dan iteratif menggunakan penalaran, *remixing, abstracting, dan modularizing*; dan 3) apabila hasil yang dilaporkan berkaitan dengan keterampilan siswa dalam *expressing, connecting, dan questioning*, *effect*-nya dikategorisasikan sebagai *computational perspectives*.

4. Perhitungan Effect Size

14 penelitian dimasukkan ke dalam meta-analisis ini, menghasilkan keseluruhan 22 set data. 14 set data merupakan *computational concepts*, tiga set data merupakan *computational practices*, dan lima set data merupakan *computational perspectives*. Semua perhitungan statistik pada data set memunculkan means dan standar deviasi, sehingga diferensiasi standar mean distandarisasi dan *effect sizes* kumulatif dihitung dengan menggunakan uji *d* dari Cohen (1988). Setelah *effect sizes* pada semua data set terstandar dan dihitung, selanjutnya dilakukan perhitungan standar error untuk setiap *effect sizes* yang telah dihitung (Fritz, *et al.*, 2012). Semua data set mengenai *effect sizes* dan standar error dimasukkan ke dalam aplikasi JASP 0.14.1 bersama dengan variabel bebas lainnya.

5. Analisis Statistik

Kami menggunakan aplikasi JASP 0.14.1 untuk melakukan meta-analisis ini. Ukuran rerata *effect sizes* dikombinasikan untuk mengukur keseluruhan *effect sizes* kumulatif. Kemudian untuk mengidentifikasi potensi adanya masalah bias pada publikasi, analisis dilakukan terhadap *Funnel Plot* dan *Fail-Safe N*. Kami juga menganalisis heterogenitas antara data set hasil-hasil penelitian untuk mencari tahu adanya potensi untuk menyelidiki variabel moderator yang mempengaruhi hubungan antara penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman dengan keterampilan *computational thinking* siswa. Heterogenitas variansi antara hasil penelitian diuji dengan menggunakan uji-Q dan analisis visualisasi dari *forest plot* dengan model *random effect*.

Heterogenitas pada *effect sizes* menyarankan adanya efek moderator dan mendorong analisis moderator. Analisis moderator membagi variabel moderator bebas ke dalam kelompok untuk membantu menginvestigasi dan kekuatan dan arah pengaruh. Usia adalah variabel moderator yang biasa digunakan dalam menginvestigasi pengaruh, akan tetapi karena sebagian besar penelitian yang dimasukkan dalam meta analisis ini memiliki rentang yang cukup bervariasi, maka kami mengelompokkan us ke dalam dua kelompok usia berdasarkan kerangka yang dikembangkan oleh Zhang and Nouri (2019). Moderator kelompok usia dibagi menjadi dua sub-kelompok, yaitu 5 – 9 tahun

dan 9 – 12 tahun. Selain itu moderator durasi pembelajaran pemrogramanpun memiliki rentang yang cukup jauh, dimulai dari 1 minggu sampai dengan 82 minggu. Oleh karena itu, kami membagi durasi pembelajaran menjadi kurang atau lebih dari sembilan minggu. Untuk setiap variabel moderator, uji perbedaan antara sub-kelompok mengindikasikan jika hipotesis moderator diterima apabila terdapat *effect* moderator terhadap hasil keterampilan *computational thinking* siswa. Uji ini dilakukan pada setiap dimensi keterampilan *computational thinking*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

a. *Effect Size* pada keseluruhan keterampilan CT dan dimensi CT

Pertanyaan penelitian pertama kami jawab dengan menghitung keseluruhan *effect sizes* dari penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman terhadap keterampilan *computational thinking*. Hasil temuan dari meta-analisis ini menunjukkan bahwa penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman dapat meningkatkan keseluruhan keterampilan *computational thinking* siswa. Pengaruh penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman terhadap peningkatan keseluruhan keterampilan *computational thinking* siswa ditunjukkan dengan hasil perhitungan nilai $d=0.15$ ($CI=[0.06, 0.23]$). Dari keseluruhan perhitungan sebanyak 22 *effect sizes*, 11 diantaranya memiliki nilai yang signifikan secara statistik, sedangkan 11 *effect sizes* sisanya berada pada daerah nol dengan interval kepercayaan sebesar 95%.

Pertanyaan penelitian yang kedua kami jawab dengan menghitung *effect sizes* yang berkaitan dengan masing-masing dimensi kunci pada keterampilan *computational thinking* (konsep, praktis, dan perspektif) yang dikembangkan oleh Brennan and Resnick (2012). *Effect sizes* penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman terhadap keterampilan *computational concepts* siswa ditunjukkan dengan nilai $d=0.18$ ($CI=[0.06, 0.30]$). Tujuh dari 14 *effect sizes* memiliki nilai yang signifikan secara statistik, sedangkan tujuh *effect sizes* lainnya berada pada daerah nol dengan interval kepercayaan sebesar 95%. *Effect sizes* penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman terhadap keterampilan *computational practices* siswa ditunjukkan dengan nilai $d=0.07$ ($CI=[-0.08, 0.22]$). Dua dari tiga *effect sizes* memiliki nilai yang signifikan secara statistik, sedangkan satu *effect sizes* lainnya berada pada daerah nol dengan interval kepercayaan sebesar 95%. Terakhir, *effect sizes* penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman terhadap keterampilan *computational perspectives* siswa ditunjukkan dengan nilai $d=0.12$ ($CI=[-0.04, 0.27]$). Dua dari lima *effect sizes* memiliki nilai yang signifikan secara statistik, sedangkan tiga *effect sizes* lainnya berada pada daerah nol dengan interval kepercayaan sebesar 95%. *Effect sizes* pada dimensi konsep, praktis, dan perspektif dalam keterampilan *computational*

thinking, masing-masing ditunjukkan pada Gambar 3. Tabel 2 mendeskripsikan *effect sizes* secara keseluruhan sekaligus *effect sizes* pada setiap dimensi *computational thinking* dengan interval kepercayaan 95% dan prosentase bobotnya.

b. Homogenitas *effect size* dan bias penelitian

Hipotesis dari uji homogenitas *effect sizes* keseluruhan dalam penelitian ini ditolak dengan nilai signifikansi nilai Q sebesar 154.751 dengan ($df=21$, $p<.001$), yang mengindikasikan bahwa *effect* telah dikelompokkan ke dalam variabel moderator. Hipotesis dari uji homogenitas untuk hasil analisis *effect sizes* pada keterampilan *computational concepts* siswa ($Q=93.977$, $df=13$, $p<.001$), keterampilan *computational practices* ($Q=93.977$, $df=13$, $p<.001$), dan keterampilan *computational perspectives* ($Q=93.977$, $df=13$, $p<.001$). Hasil analisis yang menunjukkan bahwa *effect sizes* keseluruhan keterampilan *computational thinking* dan *effect sizes* pada ketiga dimensi keterampilan *computational thinking* adalah heterogen, maka hasil ini mengindikasikan adanya potensi untuk menyelidiki variabel moderator yang mempengaruhi hubungan antara penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman dan keterampilan *computational thinking* siswa berdasarkan hipotesis kami, yaitu: kelompok usia siswa dan durasi pembelajaran.

Tabel 3.

File-Safe N keseluruhan pengaruh Scratch terhadap Keterampilan CT

	Fail-safe N	Target Significance	Observed Significance
Rosenthal	544.000	0.050	<.001

Hasil *Fail-Safe N* pada Tabel 3. menunjukkan perolehan nilai sebesar 544 dengan taraf signifikansi sebesar 0.05 dan $p<0.001$, dimana nilai $5K+10=5(22)+10=120$. Karena nilai *Fail-Safe N* yang diperoleh lebih besar dari $5K+10$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat masalah bias publikasi pada meta-analisis ini.

c. Pagaruh moderator

Untuk menjawab pertanyaan ketiga dan terakhir dari penelitian ini, analisis dilakukan terhadap uji hipotesis variabel moderator (kelompok usia siswa dan durasi pembelajaran) pada dimensi *computational thinking*.

i. Pengaruh yang dimoderatori oleh kelompok usia siswa

Variabel moderator kelompok usia siswa didasarkan pada pengelompokan perkembangan keterampilan *computational thinking* yang dikembangkan oleh Zhang and Nouri (2019) dimana dalam konteks K9 dibagi menjadi tiga kelompok : 5 – 9 tahun, 9 – 12 tahun, dan 12 – 15 tahun. Meta-analisis ini hanya menggunakan dua pengelompokan, yaitu kelompok 5 – 9 tahun dan 9 – 12 tahun karena dalam kajian dikhususkan untuk konteks sekolah dasar.

Tiga penelitian menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational concepts* pada kelompok usia 5 – 9 tahun ($d=0.40$ $CI=[-0.07, 0.87]$). Hanya dua penelitian yang memiliki *effect* positif dan signifikan secara statistik, namun secara keseluruhan menunjukkan efek yang signifikan secara statistik. *Effects* dari hasil penelitian-penelitian tersebut tidak homogen dan menunjukkan variansi antar penelitian yang tidak dapat dijelaskan ($I^2=93.991\%$, $p<0.001$). 11 penelitian menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational concepts* pada kelompok usia 9 – 12 tahun ($d=0.12$ $CI=[0.02, 0.24]$). Hanya lima penelitian yang memiliki *effect* positif yang signifikan secara statistik, namun secara keseluruhan menunjukkan efek yang signifikan secara statistik. *Effects* dari hasil penelitian-penelitian tersebut tidak homogen dan tidak menunjukkan variansi antar penelitian yang tidak dapat dijelaskan ($I^2=97.974\%$, $p<0.001$). Uji perbedaan kedua kelompok menunjukkan bahwa kelompok usia siswa memberikan pengaruh moderator yang signifikan terhadap perbedaan keterampilan *computational concepts* siswa ($Qb=8.08$, $df=1$, $p=0.003$), sehingga terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada keterampilan *computational concepts* antara siswa yang berusia 5 – 9 tahun dan 9 – 12 tahun.

Dua penelitian menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational practices* pada kelompok usia 5 – 9 tahun ($d=0.17$ $CI=[0.00, 0.34]$). Kedua penelitian memiliki *effect* positif dan signifikan secara statistik, dan secara keseluruhan menunjukkan efek yang signifikan secara statistik. *Effects* dari hasil penelitian-penelitian tersebut homogen dan menunjukkan variansi antar penelitian yang tidak dapat dijelaskan ($I^2=0.000\%$, $p>0.001$). Satu penelitian tidak menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational practices* pada kelompok usia 9 – 12 tahun ($d=0.00$ $CI=[-0.04, 0.05]$). Uji perbedaan kedua kelompok menunjukkan bahwa kelompok usia siswa tidak memberikan pengaruh moderator yang signifikan terhadap perbedaan keterampilan *computational practices* siswa ($Qb=3.753$, $df=1$, $p=0.053$), sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada keterampilan *computational practices* antara siswa yang berusia 5 – 9 tahun dan 9 – 12 tahun.

Dua penelitian menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational perspectives* pada kelompok usia 5 – 9 tahun ($d=0.07$ $CI=[-0.03, 0.17]$). Kedua penelitian tersebut memiliki *effect* positif yang signifikan secara statistik, dan secara keseluruhan menunjukkan efek yang signifikan secara statistik. *Effects* dari hasil penelitian-penelitian tersebut homogen dan tidak menunjukkan variansi antar penelitian yang tidak dapat dijelaskan ($I^2=15.517\%$, $p>0.001$). Tiga penelitian menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational perspectives* pada kelompok usia 9 – 12 tahun ($d=0.19$ $CI=[-0.06, 0.43]$). Hanya dua penelitian yang memiliki *effect* positif yang signifikan secara statistik, namun secara keseluruhan menunjukkan efek yang signifikan secara statistik. *Effects* dari hasil penelitian-penelitian tersebut tidak

homogen dan menunjukkan variansi antar penelitian yang tidak dapat dijelaskan ($I^2=94.457\%$, $p<0.001$). Uji perbedaan kedua kelompok menunjukkan bahwa kelompok usia siswa memberikan pengaruh moderator terhadap perbedaan keterampilan *computational perspectives* siswa ($Qb=52.563$, $df=1$, $p=0.000$), sehingga terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada keterampilan *computational perspectives* antara siswa yang berusia 5 – 9 tahun dan 9 – 12 tahun.

ii. Pengaruh yang dimoderatori oleh durasi pembelajaran

Perbedaan keterampilan *computational concepts* dipengaruhi oleh durasi pembelajaran. Sembilan penelitian yang durasi pembelajarannya kurang dari sembilan minggu menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational concepts* ($d=0.24$ $CI=[0.06, 0.43]$). Lima penelitian memiliki *effect* positif dan signifikan secara statistik, dan secara keseluruhan menunjukkan efek yang signifikan secara statistik. *Effects* dari hasil penelitian-penelitian tersebut tidak homogen dan menunjukkan variansi antar penelitian yang tidak dapat dijelaskan ($I^2=97.779\%$, $p<0.001$). Lima penelitian yang durasi pembelajarannya lebih dari sembilan minggu menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational concepts* ($d=0.12$ $CI=[-0.04, 0.28]$). Hanya dua penelitian yang memiliki *effect* positif yang signifikan secara statistik, namun secara keseluruhan menunjukkan efek yang signifikan secara statistik. *Effects* dari hasil penelitian-penelitian tersebut tidak homogen dan tidak menunjukkan variansi antar penelitian yang tidak dapat dijelaskan ($I^2=98.428\%$, $p<0.001$). Uji perbedaan kedua kelompok menunjukkan bahwa durasi pembelajaran tidak memberikan pengaruh moderator yang signifikan terhadap perbedaan keterampilan *computational concepts* siswa ($Qb=0.636$, $df=1$, $p=0.425$), sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada keterampilan *computational concepts* antara siswa yang mengikuti pembelajaran pemrograman selama kurang dari sembilan minggu ataupun lebih.

Dua penelitian yang durasi pembelajarannya kurang dari sembilan minggu menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational practices* ($d=0.17$ $CI=[0.00, 0.34]$). Kedua penelitian memiliki *effect* positif dan signifikan secara statistik, dan secara keseluruhan menunjukkan efek yang signifikan secara statistik. *Effects* dari hasil penelitian-penelitian tersebut homogen dan tidak menunjukkan variansi antar penelitian yang tidak dapat dijelaskan ($I^2=0.000\%$, $p>0.001$). Satu penelitian yang durasi pembelajarannya lebih dari sembilan minggu tidak menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational practices* ($d=0.00$ $CI=[-0.04, 0.05]$). Uji perbedaan kedua kelompok menunjukkan bahwa durasi pembelajaran tidak memberikan pengaruh moderator yang signifikan terhadap perbedaan keterampilan *computational practices* siswa ($Qb=3.753$, $df=1$, $p=0.053$), sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan

secara statistik pada keterampilan *computational practices* antara siswa yang mengikuti pembelajaran pemrograman selama kurang dari sembilan minggu ataupun lebih.

Empat penelitian yang durasi pembelajarannya kurang dari sembilan minggu menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational perspectives* ($d=0.15$ $CI=[-0.04, 0.34]$). Hanya dua penelitian yang memiliki *effect* positif dan signifikan secara statistik, namun secara keseluruhan menunjukkan efek yang signifikan secara statistik. *Effects* dari hasil penelitian-penelitian tersebut tidak homogen dan menunjukkan variansi antar penelitian yang tidak dapat dijelaskan ($I^2=93.964\%$, $p<0.001$). Satu penelitian yang durasi pembelajarannya lebih dari sembilan minggu tidak menunjukkan pengaruh terhadap keterampilan *computational perspectives* ($d=0.00$ $CI=[-0.04, 0.05]$). Uji perbedaan kedua kelompok menunjukkan bahwa durasi pembelajaran tidak memberikan pengaruh moderator yang signifikan terhadap perbedaan keterampilan *computational perspectives* siswa ($Qb=2.503$, $df=1$, $p=0.114$), sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada keterampilan *computational perspectives* antara siswa yang mengikuti pembelajaran pemrograman selama kurang dari sembilan minggu ataupun lebih.

2. Pembahasan Penelitian

Hasil meta-analisis ini menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Scratch dalam pembelajaran pemrograman terbukti dapat meningkatkan keterampilan *computational thinking* siswa sekolah dasar. Hasil temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran pemrograman siswa sekolah dasar dengan menggunakan Scratch memiliki *effect-size* yang positif secara keseluruhan terhadap keterampilan *computational thinking* siswa, khususnya pada keterampilan *concepts* dan *perspectives*. Selain berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan *computational thinking*, penggunaan Scratch dalam pembelajaranpun dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah (Durak, 2020; Rodríguez-Martínez, *et al.*, 2020; Sáez-López, *et al.*, 2016), berpikir reflektif (Durak, 2020), kreatifitas, kooperatif dan berpikir kritis (Jiang, 2021). Disamping itu, penggunaan Scratch juga dapat menambah motivasi siswa (Chou, 2020; Sáez-López, *et al.*, 2016), membuat siswa lebih fokus dalam mengikuti pembelajaran (Kong dan Wang, 2019; Pérez-Marín, *et al.*, 2020), serta membuat siswa lebih menikmati proses pembelajaran .

Kemudian, tidak ditemukan hasil penelitian yang menunjukkan pengaruh negatif mengenai penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman terhadap keterampilan *computational thinking* siswa. Hal ini bukan berarti bahwa semua penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman memiliki pengaruh positif terhadap keterampilan *computational thinking* siswa. Meskipun investigasi kami mengenai bias publikasi tidak menemukan masalah dalam bias publikasi, kami percaya karena sifat penelitian dan publikasi memungkinkan peluang besar adanya penelitian-penelitian yang tidak mencapai hasil positif.

Hasil temuan dari meta-analisis ini juga mengindikasikan bahwa penggunaan aplikasi Scratch dalam pembelajaran pemrograman memiliki pengaruh terbesar terhadap berbagai dimensi keterampilan *computational thinking* siswa. Beberapa penelitian menunjukkan lebih dari satu *effect sizes* positif yang sesuai dengan dimensi keterampilan *computational thinking* yang berbeda. Pengaruh terbesar penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman adalah terhadap keterampilan *computational concepts* siswa; kemudian diikuti oleh besarnya pengaruh pada dimensi keterampilan *computational perspectives*. Hal ini sesuai dengan temuan hasil penelitian sebelumnya (Chou, 2020; Wei, *et al.*, 2021). Meskipun pada dimensi keterampilan *computational practices*, pengaruh pembelajaran pemrograman dengan Scratch ini memiliki hasil yang tidak signifikan secara statistik, akan tetapi penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman tetap memberikan pengaruh terhadap keterampilan *perspectives* siswa. Nilai *effect size* yang diperoleh adalah $d=0.07$, dan hasil ini kurang dari 0.1 berdasarkan kategorisasi yang diberikan oleh Cohen (1988).

Beberapa hasil temuan yang menarik dari meta-analisis ini ditunjukkan oleh hasil analisis hipotesis terhadap variabel moderator. Durasi pembelajaran pemrograman menggunakan Scratch tidak memberikan pengaruh moderator terhadap keterampilan *computational thinking* baik secara keseluruhan maupun pada berbagai dimensi keterampilan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Pérez-Marín, *et al.* (2020) yang menemukan bahwa meskipun dalam kurun waktu yang singkat, masih sangat mungkin untuk mengajarkan siswa mengenai konsep pemrograman seperti *memory*, *programming*, *conditionals* atau *loops*. Sedangkan kelompok usia siswa memberikan pengaruh moderator terhadap keterampilan *computational thinking* siswa secara keseluruhan serta dimensi *computational concepts* dan *perspectives*, namun tidak berpengaruh terhadap dimensi keterampilan *computational practices*. Siswa pada rentang usia 9 – 12 lebih memperoleh hasil dengan *effect sizes* yang lebih besar pada dimensi *concepts* dan *perspectives* jika dibandingkan dengan kelompok usia pada rentang 5 – 9 tahun.

Terdapat beberapa keterbatasan dari meta-analisis ini. Meskipun hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran dan memperluas literatur yang membuktikan secara empiris mengenai efikasi penggunaan Scratch dalam meningkatkan keterampilan *computational thinking* siswa. Namun, sampel penelitian yang dimasukkan dalam penelitian ini masih sangat terbatas, dimana identifikasi publikasi yang tidak mencantumkan hasil-hasil penelitian yang berasal dari database Web of Science dan PsycNet. Selain itu, hasil-hasil penelitian yang dimasukkan dalam meta-analisis ini terbatas pada penelitian-penelitian yang dipublikasikan dalam bahasa Inggris dan dapat diakses secara online oleh peneliti. Mungkin penelitian selanjutnya yang sejenis perlu untuk memperluas jangkauan dan akses publikasi, bahkan sampai kepada hasil-hasil penelitian yang menggunakan konteks lokal.



KESIMPULAN

Kesimpulan dari pembahasan di atas adalah bahwa penggunaan aplikasi Scratch dalam pembelajaran pemrograman terbukti secara signifikan dapat meningkatkan keterampilan *computational thinking* siswa sekolah dasar. Penggunaan Scratch dalam pembelajaran pemrograman dengan menggunakan Scratch memiliki pengaruh yang berbeda pada setiap dimensi keterampilan, dimana keterampilan *concepts* adalah dimensi yang paling besar dipengaruhi dengan nilai $d=0.181$, diikuti keterampilan *perspectives* dengan nilai $d=0.117$, dan terakhir keterampilan *practices* dengan nilai $d=0.072$, dimana nilai ini tergolong sebagai pengaruh yang tidak signifikan secara statistik berdasarkan uji Cohen ($d<0.1$). Tidak ditemukan pengaruh pada durasi pembelajaran. Sedangkan perbedaan kelompok usia siswa berpengaruh terhadap perbedaan keterampilan *computational thinking* siswa. Keterampilan *computational thinking* siswa yang berusia 9 – 12 lebih besar dibandingkan dengan siswa yang berusia 5 – 9 tahun setelah mengikuti pembelajaran pemrograman dengan menggunakan Scratch, meskipun kedua kelompok siswa memperoleh hasil yang sama pada dimensi keterampilan *computational practices*.

DAFTAR PUSTAKA

- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of Teh 2012 Annual Meeting of the Americans Educational Research Association*.
- Chongo, S., Osman, K., & Nayan, N. A. (2021). *Impact of the Plugged-in and Unplugged Chemistry Computational Thinking Modules on Achievement in Chemistry*. 17(4).
- Chou, P. N. (2020). Using ScratchJr to Foster Young Children's Computational Thinking Competence: A Case Study in a Third-Grade Computer Class. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 570–595. <https://doi.org/10.1177/0735633119872908>
- Çiftci, S., & Bildiren, A. (2020). The effect of coding courses on the cognitive abilities and problem-solving skills of preschool children. *Computer Science Education*, 30(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1696169>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (Second). Lawrence Erlbaum.
- Durak, H. Y. (2020). The Effects of Using Different Tools in Programming Teaching of Secondary School Students on Engagement, Computational Thinking and Reflective Thinking Skills for Problem Solving. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(1), 179–195. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9391-y>
- Falloon, G. (2016). An analysis of young students' thinking when completing basic coding tasks using Scratch Jnr. On the iPad. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(6), 576–593. <https://doi.org/10.1111/jcal.12155>
- Fidai, A., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2020). "Scratch" -ing computational thinking with Arduino: A meta-analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 38(September), 100726. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100726>



- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2–18. <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- Funke, A., & Geldreich, K. (2017). Gender differences in scratch programs of primary school children. *ACM International Conference Proceeding Series*, 57–64. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137067>
- Grover, S., & Basu, S. (2017). *Measuring Student Learning in Introductory Block-Based Programming*. 267–272. <https://doi.org/10.1145/3017680.3017723>
- Güven, I., & Gulbahar, Y. (2020). Integrating Computational Thinking into Social Studies. *The Social Studies*, 111(5), 234–248. <https://doi.org/10.1080/00377996.2020.1749017>
- Hoover, A. K., Puttick, G., Barnes, J., Tucker-Raymond, E., Fatehi, B., Hartevelde, C., & Moreno-León, J. (2016). Assessing computational thinking in students' game designs. *CHI PLAY 2016 - Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion*, 173–179. <https://doi.org/10.1145/2968120.2987750>
- Jiang, B. (2021). Effect of Scratch on computational thinking skills of Chinese primary school students. *Journal of Computers in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00190-z>
- Jiang, S., & Wong, G. K. W. (2019). Primary school students' intrinsic motivation to plugged and unplugged approaches to develop computational thinking. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 13(4), 336–351. <https://doi.org/10.1504/IJML0.2019.102540>
- Jun, S. J., Han, S. K., & Kim, S. H. (2017). Effect of design-based learning on improving computational thinking. *Behaviour and Information Technology*, 36(1), 43–53. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1188415>
- Kafai, Y., & Vasudevan, V. (2015). Hi-Lo tech games: Crafting, coding and collaboration of augmented board games by high school youth. *Proceedings of IDC 2015: The 14th International Conference on Interaction Design and Children*, 130–139. <https://doi.org/10.1145/2771839.2771853>
- Kert, S. B., Erkoç, M. F., & Yeni, S. (2020). The effect of robotics on six graders' academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels. *Thinking Skills and Creativity*, 38(August), 100714. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100714>
- Kong, S C. (2020). Development of computational thinking concepts in scratch programming. In *ICCE 2020 - 28th International Conference on Computers in Education, Proceedings* (Vol. 1, pp. 652–657). <https://www.scopus.com/inward/record.uri?partnerID=HzOxMe3b&scp=85099460722&origin=inward>
- Kong, Siu Cheung, & Wang, Y. Q. (2019). Assessing programming concepts in the visual block-based programming course for primary school students. *Proceedings of the European Conference on E-Learning, ECEL, 2019-Novem*, 294–302. <https://doi.org/10.34190/EEL.19.035>

- Lee, S. J., Kim, J. M., & Lee, W. G. (2017). Analysis of Factors Affecting Achievement in Maker Programming Education in the Age of Wireless Communication. *Wireless Personal Communications*, 93(1), 187–209. <https://doi.org/10.1007/s11277-016-3450-2>
- Mason, S. L., & Rich, P. J. (2020). Development and analysis of the Elementary Student Coding Attitudes Survey. *Computers and Education*, 153, 103898. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103898>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Mouza, C., Pan, Y. C., Yang, H., & Pollock, L. (2020). A Multiyear Investigation of Student Computational Thinking Concepts, Practices, and Perspectives in an After-School Computing Program. *Journal of Educational Computing Research*, 58(5), 1029–1056. <https://doi.org/10.1177/0735633120905605>
- Pérez-Marín, D., Hijón-Neira, R., Bacelo, A., & Pizarro, C. (2020). Can computational thinking be improved by using a methodology based on metaphors and scratch to teach computer programming to children? *Computers in Human Behavior*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.027>
- Pigott, T. D. (2012). Advances in meta-analysis. In *Advances in Meta-Analysis*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2278-5>
- Rodríguez-Martínez, J. A., González-Calero, J. A., & Sáez-López, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using Scratch: an experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 316–327. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448>
- Rose, S. P., Habgood, M. P. J., & Jay, T. (2017). An Exploration of the Role of Visual Programming Tools in the Development of Young Children's Computational Thinking. In *Electronic Journal of e-Learning* (Vol. 15, Issue 4, pp. 297–309).
- Sáez-López, J.-M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “Scratch” in five schools. *Computers & Education*, 97, 129–141. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “scratch” in five schools. *Computers and Education*, 97, 129–141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Sáez-López, J. M., & Sevillano-García, M. L. (2017). Sensores, programación y dispositivos en sesiones de Educación Artística. Un caso en el contexto de Educación Primaria. *Cultura y Educacion*, 29(2), 350–384. <https://doi.org/10.1080/11356405.2017.1305075>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158.



<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>

- Statter, D., & Armoni, M. (2017). Learning abstraction in computer science: A gender perspective. *ACM International Conference Proceeding Series*, 5–14. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137081>
- Strawhacker, A., Lee, M., & Bers, M. U. (2018). Teaching tools, teachers' rules: exploring the impact of teaching styles on young children's programming knowledge in ScratchJr. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 347–376. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9400-9>
- Threekunprapa, A., & Yasri, P. (2020). Unplugged coding using flowblocks for promoting computational thinking and programming among secondary school students. *International Journal of Instruction*, 13(3), 207–222. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13314a>
- Tikva, C., & Tambouris, E. (2021). Mapping computational thinking through programming in K-12 education: A conceptual model based on a systematic literature Review. *Computers and Education*, 162, 104083. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104083>
- Tran, Y. (2019). Computational Thinking Equity in Elementary Classrooms: What Third-Grade Students Know and Can Do. *Journal of Educational Computing Research*, 57(1), 3–31. <https://doi.org/10.1177/0735633117743918>
- Tsukamoto, H., Oomori, Y., Nagumo, H., Takemura, Y., Monden, A., & Matsumoto, K. ichi. (2017). Evaluating algorithmic thinking ability of primary schoolchildren who learn computer programming. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2017-October*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190609>
- Van Es, N., Jeuring, J., & Es, N. Van. (2017). Designing and comparing two scratch-based teaching approaches for students aged 10-12 years. *ACM International Conference Proceeding Series*, 178–182. <https://doi.org/10.1145/3141880.3141883>
- Vasudevan, V., Kafai, Y., & Yang, L. (2015). Make, wear, play: Remix designs of wearable controllers for scratch games by middle school youth. *Proceedings of IDC 2015: The 14th International Conference on Interaction Design and Children*, 339–342. <https://doi.org/10.1145/2771839.2771911>
- Von Wangenheim, C. G., Alves, N. C., Rodrigues, P. E., & Hauck, J. C. (2017). Teaching Computing in a Multidisciplinary Way in Social Studies Classes in School – A Case Study. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 1(2), 3. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v1i2.9>
- Wei, X., Lin, L., Meng, N., Tan, W., Kong, S.-C., & Kinshuk. (2021). The effectiveness of partial pair programming on elementary school students' Computational Thinking skills and self-efficacy. *Computers & Education*, 160, 104023. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104023>
- Weng, X., & Wong, G. K. W. (2017). Integrating computational thinking into english dialogue learning through graphical programming tool. In *Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering, TALE 2017* (Vol. 2018, pp. 320–325).



<https://doi.org/10.1109/TALE.2017.8252356>

Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of The ACM*, 49(3), 33–35.
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Wong, G. K. W., & Cheung, H. Y. (2020). Exploring children's perceptions of developing twenty-first century skills through computational thinking and programming. *Interactive Learning Environments*, 28(4), 438–450.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1534245>

Yilmaz Ince, E., & Koc, M. (2021). The consequences of robotics programming education on computational thinking skills: An intervention of the Young Engineer's Workshop (YEW). *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 191–208. <https://doi.org/10.1002/cae.22321>

Zhang, L. C., & Nouri, J. (2019). A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9. *Computers and Education*, 141, 103607.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607>