



Penyelesaian Persamaan Bentuk Kuadrat Berbantuan Aplikasi *Photomath* Berdasarkan Sistem Bilangan Real

Nadya Febriani Meldi¹, Ahmad Yani T.², Dede Suratman³

Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

nadyameldi@student.untan.ac.id^{1,*}, ahmad.yani.t@fkip.untan.ac.id²,

dede.suratman@fkip.untan.ac.id³

^{*)}Corresponding author

Kata Kunci:

Penyelesaian Persamaan
Bentuk Kuadrat; Aplikasi
Photomath; Sistem Bilangan
Real

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan ketidaksesuaian istilah dalam prosedur pengerjaan matematika materi persamaan kuadrat berdasarkan aplikasi photomath yang disesuaikan dalam objek kajian dalam analisis real. Ketidaksesuaian yang dimaksud adalah prosedur pengerjaan yang kurang lengkap serta beberapa penamaan yang tidak dikenal dalam matematika. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan metode deskriptif. Deskriptif dilakukan untuk mengungkap temuan ketidaksesuaian dari prosedur pengerjaan persamaan bentuk kuadrat yang dianalisis dari langkah pengerjaan yang tersaji pada aplikasi photomath. Langkah penyelesaian pada aplikasi photomath merupakan objek kajian serta aksioma lapangan yang menjadi dasar utama dalam proses kajian. Teknik analisis yang digunakan adalah tematik analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah diperoleh empat langkah penyelesaian yang tidak bersesuaian pada disiplin ilmu matematika dalam menyelesaikan persamaan kuadrat pada aplikasi photomath, yaitu “Keluarkan faktor”, “pindahkan satu suku ke ruas lainnya dan ubahlah tandanya (pindah ruas)”, “hasil kali faktor-faktor adalah nol, setidaknya salah satu faktor adalah nol”, “bagi kedua ruas dengan suatu bilangan”.

Solving Quadratic Shape Equations Assisted Photomath Application Based on Real Number Systems

Keywords:

Solving Quadratic Shape
Equations; Photomath Application;
Real Number Systems

ABSTRACT

This study aims to describe the discrepancy of terms in the procedure for mathematical work of quadratic equation material based on the application of photomath adjusted in the object of study in real analysis. The discrepancies in question are incomplete workmanship procedures as well as some unknown naming in mathematics. This research was a qualitative research with a descriptive method. Descriptive is carried out to reveal findings of discrepancies from the procedure for working on quadratic shape equations analyzed from the work steps presented in the photomath application. The completion step in the photomath application was the object of study and the field axiom that was the main basis in the study process. The analysis technique used was thematic analysis. The results showed that four non-conforming solution steps have been obtained in the mathematical discipline in solving quadratic equations in the photomath application, namely "issue a factor", "move one tribe to another and change the sign (moving segments)", "the product of factors is zero, at least one of the factors is zero", "divide both fields by a number".

PENDAHULUAN

Matematika baik di kalangan anak usia dini, remaja hingga dewasa menjadi suatu mimpi buruk. Alper (Fauziah, 2017) mengungkapkan sekarang mimpi buruk dari kebanyakan siswa adalah pelajaran matematika, tercipta dari sudut pandang pelajaran yang dianggap susah. Hal ini menyebabkan matematika menjadi momok yang menakutkan dikalangan siswa. Ketakutan akan matematika sering membuat seseorang lemah atau merasa tidak bersemangat dalam memperelajarinya apalagi menyelesaikan permasalahannya. Di sisi lain keterkaitan matematika dengan kehidupan sangat kental. Matematika merupakan ilmu berfikir yang logis terkait bentuk, pola, besaran dan konsep-konsep yang saling berhubungan dalam karakteristik yang banyak, sehingga matematika terbagi menjadi tiga bidang keilmuan, yaitu aljabar, analisis dan geometri (James, 1976). Ketiga bidang ini sering ditemui dalam setiap satuan pendidikan yang digunakan demi perkembangan ilmu pengetahuan lainnya. Tak heran, walaupun matematika dikatakan sebagai sesuatu yang menakutkan, manusia secara mau ataupun tidak akan mempelajari matematika demi keberlangsungan perkembangan ilmu dan teknologi. Sejalan dengan Ariwahyuni dkk. (2014) bahwa ilmu dasar pemicu perkembangan era teknologi modern dan bertindak dalam pengembangan disiplin ilmu demi memfollow up daya fikir manusia.

Demikian, para civitas akademika, secara khusus menanggapi kebutuhan matematika dari beberapa respon *phobia* matematika dengan aksi nyata untuk berlomba-lomba menawarkan jalan keluar permasalahan agar matematika mudah dipahami dan dimanfaatkan. Banyak bentuk tawaran untuk memahami matematika, misalnya membuat ruang belajar, menyediakan situasi belajar, atau bahkan membuat alat atau media belajar yang dapat menunjang kebutuhan tiap-tiap orang terkait matematika dalam lingkup yang luas. Salah satu tawaran yang dapat diakses dari berbagai kalangan, dengan memikirkan sisi kebermanfaatan, ekonomis dan efektivitasnya maka banyak ditemukan aplikasi-aplikasi untuk menyelesaikan permasalahan matematika. pelatihan kepada siswa tentang bagaimana pemanfaatan aplikasi matematika yang diunduh melalui ponsel atau android memberi sumbangsih kepada siswa untuk memahami pengetahuan matematika (Abdillah dkk., 2021). Ada beberapa macam aplikasi matematika yang sangat bagus yang tersedia untuk diunduh ke ponsel dan tablet, sehingga dapat memudahkan siswa dapat belajar secara mandiri khususnya dalam belajar matematika, diantaranya adalah Math Tricks, Math Solver, Photomath (Camera Calculator), Mal Mat, Geogebra,

Desmos, dan lain sebagainya (Rahadi dkk., 2016). Satu yang menarik perhatian diantara aplikasi yang disebutkan adalah *photomath* merupakan media bantu yang menyajikan penyelesaian permasalahan matematika tertentu yang dilengkapi tiap langkah penyelesaian. Menurut Hamadneh & Al-Masaeed (2015), kelebihan *photomath* yaitu sebagai media bantu pemahaman konsep selain itu pengembangannya menggunakan tenaga ahli bidang Matematika yang berkontribusi bersama pengajar matematika di seluruh dunia. Jadi penyelesaian soal yang diperoleh akan sesuai dengan apa yang guru-guru tersebut ajarkan pada saat mengajar. Patut diacungi jempol atas kreativitas tinggi para *creator* dalam dunia pendidikan dalam membuat aplikasi.

Aplikasi yang menyebar dalam portal layanan distribusi digital menjadi sesuatu yang sering diakses bagi pengguna android yang ingin merasakan kebermanfaatannya. Bagi seseorang sedang berkecimpung dalam dunia matematika pasti akan merasa terbantu atas kehadiran aplikasi terkait matematika. Seseorang yang telah paham akan dasar-dasar matematika dan ingin mendapat jawaban secara cepat dan instan aplikasi menjadi pilihan yang tepat, misalnya sebagai media *crosscheck* hasil pengerjaan manual yang diperoleh atau menjadi pembanding hasil kerjaan pikiran dengan algoritma dalam media digital (Petr, 2001; Spurway & Hickman, 2016). Bahkan, bisa saja penyelesaian digital melakukan dengan cara yang singkat namun, sangat mudah dipahaminya karena dasar dalam matematika sudah dikuasai secara utuh. Namun, bagaimana jika penggunaan aplikasi hanya bertujuan dengan hasil akhir sehingga mengandalkan apa yang ada pada penyelesaian dalam aplikasi, tanpa dibekali pengetahuan matematika dasar. Pengetahuan dasar matematika yang dimaksud adalah pengetahuan terkait operasi hitung dalam bilangan real berdasarkan ilmu logika yang diklasifikasikan menjadi definisi, aksioma, teorema, lemma, corollary, prostulat, dll. Asumsi awal penggunaan aplikasi dapat membantu menyelesaikan masalah, justru tujuan dasar matematika tidak akan tercapai, karena proses berfikir logis tidak dijalankan secara harfiah sebab dengan bantuan utuh dari algoritma digital. Perlulah, penggunaan algoritma digunakan secara bijak dan interaktif. Klaim awal penggunaan aplikasi tersebut untuk menyelesaikan permasalahan matematika sudah sesuai dengan dasar keilmuan yang sebenarnya, namun apakah telah ditinjau lebih lanjut, harusnya menjadi tanda tanya yang besar bagi civitas akademika terkhusus dalam bidang matematika.

Dominan aplikasi memberikan sumbangsih dalam penelitian matematika menjadi bagian dari penerapannya, melihat keefektivitasan, peningkatan objek matematika tak langsung atau daya matematisnya (NCTM, 2000). Hasil dari Rahayu (2022), Payung dan Kusuma (2022), Oktaviani dkk. (2022), serta Handayani dan Solihah (2022) yang merupakan peneliti sebelumnya, menjawab kebutuhan pendidikan yang dapat dibantu dengan *photomath* sebagai media pembelajar, meningkatkan *problem solving*, dan sudut pandang kebermanfaatannya. Namun, sayangnya algoritma yang dirumuskan secara baku tidak akan mengalahkan sisi kesempurnaan kerasionalan dalam berfikir secara matematis dan aksiomatis. Dalam tulisan ini tidak akan membahas dari sudut pandang kebermanfaatan dan lain sebagainya, namun hanya difokuskan pada apakah sajian dalam aplikasi tersebut sesuai dengan dasar keilmuan matematika secara aksiomatis. Penelitian ini akan berkontribusi memberi deskripsi penyelesaian versi algoritma pada aplikasi yang akan diselaraskan sesuai dengan keilmuan matematika pada sistem bilangan real dalam topik persamaan bentuk kuadrat. Sebab, dalam beberapa topik pembelajaran dalam matematika, pembelajaran dikemas dengan istilah yang mudah diingat, namun belum dijelaskan sesuai dengan proses berfikir logis serta aksiomatis dalam matematika.

Topik matematika mencakup segala kebermanfaatannya yang didekatkan pada proses berfikir ilmiah. Menarik perhatian, dalam pembelajaran di sekolah ditemukan adanya istilah-istilah yang sebenarnya tidak termasuk dalam pengetahuan matematika dalam pengerjaan, misalnya “pindah ruas”, sebenarnya ini hanya menekankan pada apa yang diperhitungan secara cepat dan tepat saja. Beberapa penelitian sejalan sehingga dikemukakan kesalahan penggunaan istilah aturan pindah ruas (Ramadhani, 2015; Hadiyanto dkk., 2016; Oktoviani dkk., 2019). Tidak hanya istilah “pindah ruas” namun ada istilah-istilah lain yang seiring berjalannya waktu akan menjadi warisan secara turun temurun yang tidak berlandasan. Hal ini memungkinkan terpendamnya pengetahuan matematika yang sebenarnya dalam penyelesaian. Stigma yang muncul terkait tujuan dari permasalahan hanya selesai saja tanpa

memperhatikan proses logis atau pengetahuan dasar keilmuan yang menopangnya. Materi khusus dalam perkuliahan di pendidikan matematika yang menekankan pada proses logis dan penganalisisan yang mendalam pada pembahasan sistem bilangan real dapat ditemukan pada mata kuliah analisis real. Suratman (2018) menyebutkan bahwa dalam sistem bilangan real akan membentuk struktur lapangan (*field*) atau aksioma lapangan yang menjadi pengetahuan matematika yang mendasar.

Dalam dunia matematika sekolah banyak materi yang harus dikuasai siswa. Satu diantaranya adalah mencari penyelesaian dari persamaan kuadrat. Dalam pembahasan ini di sekolah khususnya pasti peserta didik tidak asing lagi untuk mencari nilai x dari persamaan kuadrat ($ax^2 + by + c = 0$) dengan cara mencari bilangan yang memenuhi $r \cdot s = c$ dan $r + s = b$, sehingga diperoleh bilangan $-r$ dan $-s$ merupakan penyelesaian atau nilai akar yang dicari. Cara lain yang diajarkan dengan menggunakan rumus yang dikenal sebagai rumus abc. Namun, menjadi pertanyaan kenapa dalam menyelesaikan persamaan kuadrat harus menggunakan langkah seperti itu, sehingga dituntut penjelasan bagaimana langkah itu berasal. Penekanan dalam berfikir logis, misalnya pengetahuan matematika dalam menyelesaikan persamaan kuadrat akan lebih mudah disebar pada calon guru yang akan mengajar di masa yang akan mendatang, agar permasalahan ini dapat terjawab. Mempertimbangkan paparan diatas, perlu adanya pendeskripsian perbandingan penyelesaian persamaan bentuk kuadrat berbantuan aplikasi *photomath* dengan sistem bilangan real dalam perkuliahan analisis real agar menghilangkan istilah-istilah yang tidak berdasarkan pengetahuan matematika, sehingga tujuan dari tulisan ini adalah untuk mendeskripsikan penyelesaian persamaan kuadrat berbantuan aplikasi dengan analisis bilangan real.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif (Sugiyono, 2018) yang digunakan untuk membandingkan penyelesaian persamaan bentuk kuadrat berdasarkan hasil berbantuan aplikasi *photomath* dengan pengerjaan manual sesuai dengan aturan atau aksioma pada bilangan real. Dirasa dengan metode ini, akan lebih menunjukkan prosedur langkah penyelesaian persamaan bentuk kuadrat dari aplikasi yang akan diselaraskan secara aksiomatis dengan sistem bilangan real. Peran aplikasi *photomath* sebagai perolehan data dari prosedur penyelesaian persamaan bentuk kuadrat. Peneliti terlebih dahulu menklasifikasikan jenis-jenis bentuk kuadrat untuk dianalisis prosedur pengerjaannya dengan aplikasi. Sehingga diperoleh empat jenis persamaan bentuk kuadrat yaitu persamaan kuadrat biasa, persamaan kuadrat murni, persamaan kuadrat tak lengkap, persamaan kuadrat rasional. Setelah mengetahui syarat dari tiap jenis persamaan bentuk kuadrat, peneliti secara bebas menentukan soal terkait yang akan dikaji. Kemudian, soal diinputkan dalam aplikasi *photomath* sehingga diperoleh prosedur pengerjaan. Kemudian, peneliti menyelaraskan sajian pembahasan tiap langkah dalam aplikasi yang disesuaikan dengan sistem bilangan real. Teknik analisis yang digunakan ialah tematik analisis, sebab dari berbagai jenis persamaan bentuk kuadrat diperoleh beberapa langkah pengerjaan yang kurang relevan. Demikian, melalui langkah pengerjaan dari aplikasi akan disimpulkan melalui pola ketidaksesuaian dalam sistem bilangan real dari tiap jenis persamaan bentuk kuadrat. Dengan demikian, yang menjadi objek dari penelitian ini adalah penyelesaian persamaan kuadrat berdasarkan hasil berbantuan aplikasi *photomath* dengan pengerjaan manual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Williams (2020) dalam kajiannya beberapa penelitian terkait penggunaan media digital peserta didik menggunakan aplikasi digital dan website untuk menyelesaikan tugas matematika saja. Demikian dapat membentuk membentuk "esensi" plagiarisme bersama seperti yang didefinisikan oleh peserta didik sebab PhotoMath, sebuah aplikasi digital, menyediakan siswa dengan kemampuan untuk melihat struktur dan strategi yang digunakan dalam memecahkan suatu masalah. Namun, jika aplikasi ini menjadi alat bantu untuk memenuhi angka kredit nilai jenjang pendidikan saja yang menimbulkan ketidakjujuran akademik (Comas-Forgas & Sureda-Negre, 2010). Demikian, langkah pengerjaan cenderung diterima secara utuh, tanpa mengkaji langkah demi langkah alasan jawaban yang berpeluang memiliki istilah yang tidak umum

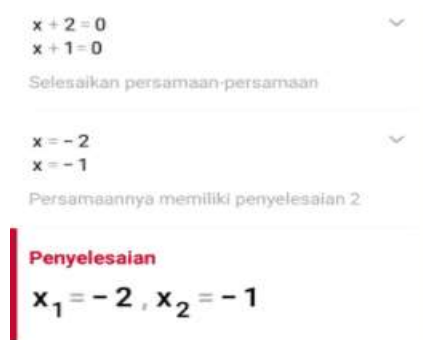
yang belum sesuai dengan sistem bilangan real. Demikian, penelitian ini menjawab dan meminimalisir plagiat pengguna aplikasi dengan mendominankan penggunaan aplikasi sebagai wadah *crosscheck* atau *lookingback* bukan mencari dan menyalin jawaban. Sejalan dengan Klára dkk. (2021) dalam kajiannya menjelaskan penggunaan aplikasi photomath dalam kelas matematikanya, peserta didik cenderung mempertanyakan hasil yang diperoleh dengan bantuan aplikasi, mereka terus-menerus memeriksa solusi mereka, dan menafsirkan jawaban yang diperoleh. Berdasarkan paparan diatas, dibawah ini akan dipaparkan hasil dan pembahasan dari bentuk-bentuk persamaan kuadrat berdasarkan perhitungan aplikasi dan sistem bilangan real.

Persamaan Kuadrat Biasa

Hasil $x^2 + 3x + 2 = 0$ dengan *photomath*



Gambar 1. Langkah penyelesaian $x^2 + 3x + 2 = 0$



Gambar 2. Lanjutan langkah penyelesaian $x^2 + 3x + 2 = 0$

Jika kita pisahkan dan analisis perlangkah dari tiap proses untuk memperoleh penyelesaian didapatkan

Langkah 1



Gambar 3. Langkah 1 penyelesaian $x^2 + 3x + 2 = 0$

Pada langkah 1 hanya mengubah bentuk $3x$ menjadi $2x + x$

Langkah 2

$$x^2 + 2x + x + 2 = 0$$

↓
Keluarkan faktor x dari bentuk

$$x \times (x + 2) + x + 2 = 0$$

Gambar 4. Langkah 2 penyelesaian $x^2 + 3x + 2 = 0$

Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah keluarkan faktor namun jika pengerjaan seperti gambar disamping merupakan sifat distributive perkalian atas penjumlahan, sehingga haruslah

$x^2 + 2x + x + 2 = 0$	
$x \cdot x + 2x + x + 2 = 0$	[Ekuivalen]
$(x \cdot x + 2x) + (x + 2) = 0$	[Asosiatif penjumlahan]
$x(x + 2) + (x + 2) = 0$	[Distributive perkalian atas penjumlahan]

Langkah 3

$$x \times (x + 2) + x + 2 = 0$$

↓
Keluarkan faktor x + 2 dari bentuk

$$(x + 2) \times (x + 1) = 0$$

Gambar 5. Langkah 3 penyelesaian $x^2 + 3x + 2 = 0$

Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah keluarkan faktor namun jika pengerjaan seperti gambar disamping merupakan sifat distributive perkalian atas penjumlahan, sehingga haruslah

$x(x + 2) + (x + 2) = 0$	[Distributive perkalian atas penjumlahan]
$(x + 2)(x + 1) = 0$	[Distributive perkalian atas penjumlahan]

Langkah 4

$$(x + 2) \times (x + 1) = 0$$

↓
Ketika hasil kali dari faktor-faktornya sama dengan 0, setidaknya salah satu faktornya adalah 0

$$x + 2 = 0$$

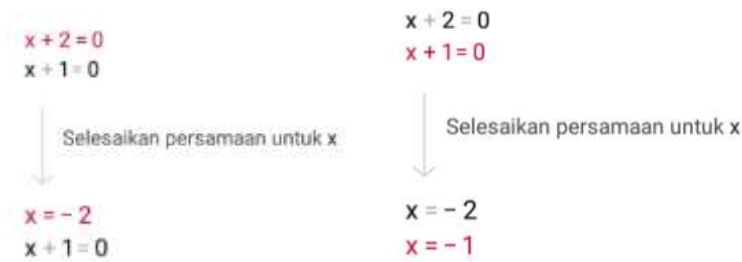
$$x + 1 = 0$$

Gambar 6. Langkah 4 penyelesaian $x^2 + 3x + 2 = 0$

Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah faktor. Langkah pengerjaan disamping merupakan penerapan dari teorema pembagi nol. Jika $a \cdot b = 0$ maka $a = 0$ atau $b = 0$, sehingga haruslah jika kita dapat memisalkan $(x + 2)$ adalah bilangan a dan $(x + 1)$ adalah bilangan b

$(x + 2) (x + 1) = 0$	
$x + 2 = 0 \vee x + 1 = 0$	[Teorema pembagi nol]

Langkah 5



Gambar 7. Langkah 5 penyelesaian $x^2 + 3x + 2 = 0$

Dalam mencari nilai x , tetap diberlakukan pula aksioma lapangan dalam proses perhitungannya, namun dari gambar disamping tidak disajikan secara rinci cara memperoleh perhitungan nilai x , sehingga haruslah

$$\begin{aligned}
 &x + 2 = 0 \vee x + 1 = 0 \\
 &x + 2 = 0 \\
 &x + 2 + (-2) = 0 + (-2) \quad [\text{Kedua ruas ditambahkan dengan } (-2)] \\
 &x + 0 = -2 \quad [\text{Eksistensi bilangan negatif}] \\
 &x = -2 \quad [\text{Eksistensi bilangan nol}] \\
 &\text{Atau} \\
 &x + 1 = 0 \\
 &x + 1 + (-1) = 0 + (-1) \quad [\text{Kedua ruas ditambah dengan lawan dari } 1] \\
 &x + 0 = 0 + (-1) \quad [\text{Eksistensi bilangan negatif}] \\
 &x = -1 \quad [\text{Eksistensi bilangan nol}]
 \end{aligned}$$

Persamaan Kuadrat Murni

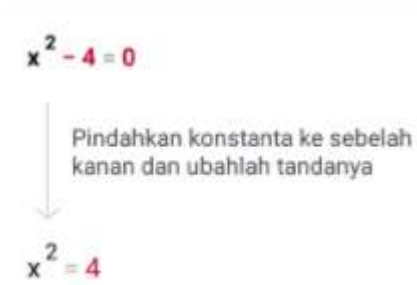
Hasil $x^2 - 4 = 0$ dengan *photomath*



Gambar 8. Langkah penyelesaian $x^2 - 4 = 0$

Jika kita pisahkan dan analisis perlangkah dari tiap proses untuk memperoleh penyelesaian didapatkan

Langkah 1

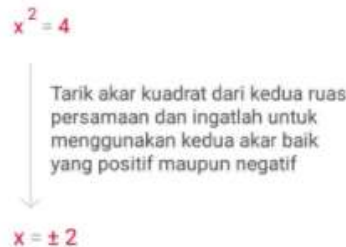


Gambar 9. Langkah 1 penyelesaian $x^2 - 4 = 0$

Dalam perhitungan aljabar, tidak dikenal istilah “pindah ruas” atau pindahkan satu suku ke ruas lainnya dan ubah tanda. Namun, dikenal operasi yang sama diberlakukan untuk kedua ruas.

$$\begin{array}{ll}
 x^2 - 4 = 0 & \\
 x^2 - 4 + 4 = 0 + 4 & \text{[Kedua ruas ditambah dengan lawan } -4 \text{]} \\
 x^2 + 0 = 4 & \text{[Eksistensi bilangan negatif]} \\
 x^2 = 4 & \text{[Eksistensi bilangan nol]}
 \end{array}$$

Langkah 2



Gambar 10. Langkah 2 penyelesaian $x^2 - 4 = 0$

Dalam perhitungan aljabar, tidak ditarik akar kuadrat. Namun, untuk melanjutkan perhitungan dapat dilanjutkan dengan sifat operasi akar $a = \sqrt{a} \cdot \sqrt{a}$, sehingga haruslah

$$\begin{array}{ll}
 x^2 = 4 & \\
 x^2 = \sqrt{4} \cdot \sqrt{4} & \text{[Sifat operasi akar } a = \sqrt{a} \cdot \sqrt{a} \text{]} \\
 x \cdot x = \pm 2 \cdot \pm 2 & \text{[Nilai } \sqrt{a} = \pm a \text{]} \\
 x = 2 \text{ atau } x = -2 & \text{[Sifat bilangan kuadrat]}
 \end{array}$$

Persamaan Kuadrat Tak Lengkap

$x^2 + 3x = 0$ dengan *photomath*

Langkah penyeles...



$x^2 + 3x = 0$

Faktorkan bentuk tersebut

$x \times (x + 3) = 0$

Pisahkanlah ke dalam beberapa kasus yang memungkinkan

$x = 0$
 $x + 3 = 0$

Selesaikan persamaan tersebut

$x = 0$
 $x = -3$

Persamaannya memiliki penyelesaian 2

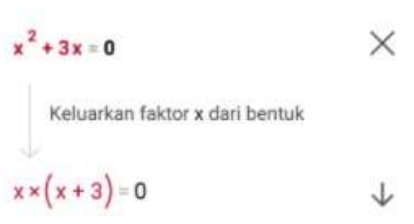
Penyelesaian

$x_1 = -3, x_2 = 0$

Gambar 11. Langkah penyelesaian $x^2 + 3x = 0$

Jika kita pisahkan dan analisis perlangkah dari tiap proses untuk memperoleh penyelesaian didapatkan

Langkah 1



$x^2 + 3x = 0$

Keluarkan faktor x dari bentuk

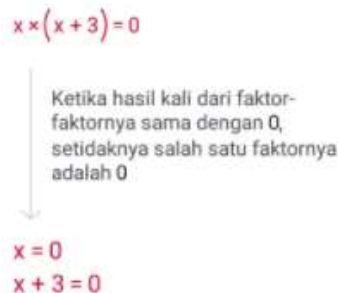
$x \times (x + 3) = 0$

Gambar 12. Langkah 1 penyelesaian $x^2 + 3x = 0$

Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah keluarkan faktor namun jika pengerjaan seperti gambar disamping merupakan sifat distributive perkalian atas penjumlahan, sehingga haruslah

$$\begin{aligned}
 x^2 + 3x &= 0 \\
 x \cdot x + 3x &= 0 && [\text{Ekuivalen}] \\
 x \cdot (x + 3) &= 0 && [\text{Sifat distributive perkalian atas penjumlahan}] \\
 \text{kita dapat memisalkan } (x + 2) &\text{ adalah bilangan } a \text{ dan } (x + 1) \text{ adalah bilangan } b \\
 (x + 2)(x + 1) &= 0 && [\text{Teorema pembagi nol}] \\
 x + 2 = 0 \vee x + 1 &= 0
 \end{aligned}$$

Langkah 2



$x \times (x + 3) = 0$

Ketika hasil kali dari faktor-faktornya sama dengan 0, setidaknya salah satu faktornya adalah 0

$x = 0$
 $x + 3 = 0$

Gambar 13. Langkah 2 penyelesaian $x^2 + 3x = 0$

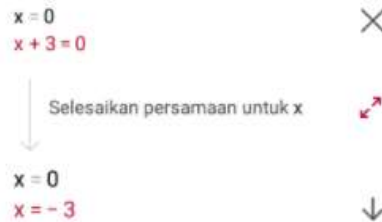
Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah faktor. Langkah pengerjaan disamping merupakan penerapan dari teorema pembagi nol. Jika $a \cdot b = 0$ maka $a = 0$ atau $b = 0$, sehingga haruslah

kita dapat memisalkan x adalah bilangan a dan $(x + 3)$ adalah bilangan b

$$x(x + 3) = 0$$

$$x = 0 \vee x + 3 = 0 \quad [\text{Teorema pembagi nol}]$$

Langkah 3



Gambar 14. Langkah 3 penyelesaian $x^2 + 3x = 0$

Dalam mencari nilai x , tetap diberlakukan pula aksioma lapangan dalam proses perhitungannya, namun dari gambar disamping tidak disajikan secara rinci cara memperoleh perhitungan nilai x , sehingga haruslah

$$x = 0 \vee x + 3 = 0$$

$$x + 3 = 0$$

$$x + 3 + (-3) = 0 + (-3) \quad [\text{Kedua ruas ditambah dengan lawan dari 3}]$$

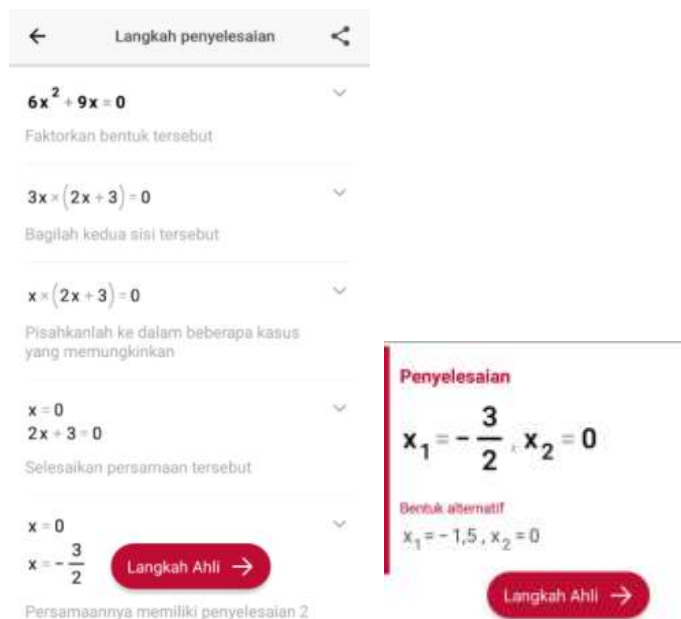
$$x + 0 = -3 \quad [\text{Eksistensi bilangan negatif dan bilangan nol}]$$

$$x = -3 \quad [\text{Eksistensi bilangan nol}]$$

$$x = 0 \vee x = -3$$

Persamaan Kuadrat Real

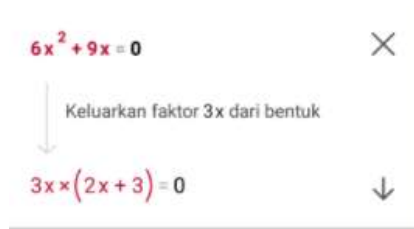
Hasil $6x^2 + 9x = 0$ dengan *photomath*



Gambar 15. Langkah penyelesaian $6x^2 + 9x = 0$

Jika kita pisahkan dan analisis perlangkah dari tiap proses untuk memperoleh penyelesaian didapatkan

Langkah 1



Gambar 16. Langkah 1 penyelesaian $6x^2 + 9x = 0$

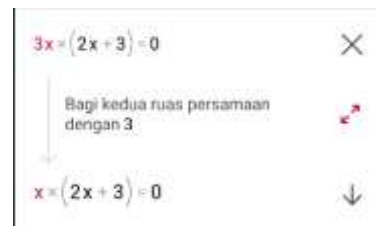
Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah keluarkan faktor namun jika pengerjaan seperti gambar disamping merupakan sifat distributive perkalian atas penjumlahan, sehingga haruslah

$$6x^2 + 9x = 0$$

$$(3x \cdot 2x) + (3x \cdot 3) = 0 \quad [\text{Ekuivalen}]$$

$$3x (2x + 3) = 0 \quad [\text{Distributif perkalian atas penjumlahan}]$$

Langkah 2



Gambar 17. Langkah 2 penyelesaian $6x^2 + 9x = 0$

Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah membagi kedua ruas. Langkah tersebut dilakukan atas dasar adanya invers dari suatu bilangan 3, sehingga kedua ruas akan dikalikan dengan invers dari bilangan 3 yaitu $\frac{1}{3}$, sehingga haruslah

$$3x (2x + 3) = 0$$

$$3 \cdot x (2x + 3) = 0 \quad [\text{Ekuivalen}]$$

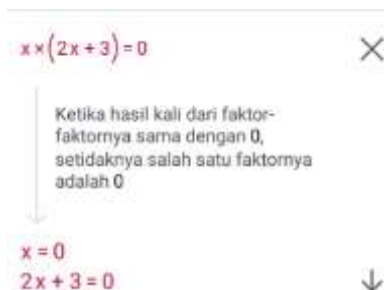
$$\frac{1}{3} \cdot 3 \cdot x (2x + 3) = \frac{1}{3} \cdot 0 \quad [\text{Kalikan kedua ruas dengan invers bilangan 3}]$$

$$1 \cdot x (2x + 3) = \frac{1}{3} \cdot 0 \quad [\text{Eksistensi kebalikan(invers)}]$$

$$1 \cdot x (2x + 3) = 0 \quad [\text{Teorema perkalian nol}]$$

$$x (2x + 3) = 0 \quad [\text{Eksistensi bilangan satuan}]$$

Langkah 3



Gambar 18. Langkah 3 penyelesaian $6x^2 + 9x = 0$

Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah faktor. Langkah pengerjaan disamping merupakan penerapan dari teorema pembagi nol. Jika $a \cdot b = 0$ maka $a = 0$ atau $b = 0$, sehingga haruslah

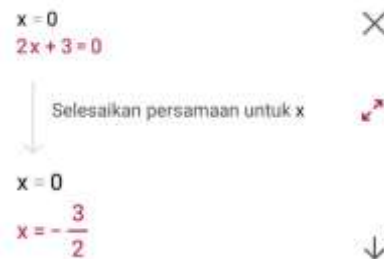
$$x(2x + 3) = 0$$

kita dapat memisalkan x adalah bilangan a dan $2x + 3$ adalah bilangan b

$$x(2x + 3) = 0$$

$$x = 0 \vee 2x + 3 = 0 \quad [\text{Teorema pembagi nol}]$$

Langkah 4



Gambar 19. Langkah 4 penyelesaian $6x^2 + 9x = 0$

Dalam mencari nilai x , tetap diberlakukan pula aksioma lapangan dalam proses perhitungannya, namun dari gambar disamping tidak disajikan secara rinci cara memperoleh perhitungan nilai x , sehingga haruslah

$$a = 0 \vee b = 0$$

$$x = 0 \vee 2x + 3 = 0 \quad [\text{Teorema pembagi nol}]$$

Jika $a = 0$

$$a = 0$$

$$x = 0$$

Jika $b = 0$

$$b = 0$$

$$2x + 3 = 0$$

$$2x + 3 + (-3) = 0 + (-3) \quad [\text{Kedua ruas ditambah dengan lawan dari 3}]$$

$$2x + 0 = 0 + (-3) \quad [\text{Eksistensi bilangan negatif}]$$

$$2x = -3 \quad [\text{Eksistensi bilangan nol}]$$

$$2 \cdot x = -3 \quad [\text{Ekuivalen}]$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot x = \frac{1}{2} \cdot -3 \quad [\text{Kedua ruas dikalikan dengan kebalikan dari 2}]$$

$$1 \cdot x = \frac{1}{2} \cdot -3 \quad [\text{Eksistensi kebalikan}]$$

$$x = -\frac{3}{2} \quad [\text{Eksistensi bilangan satuan}]$$

Persamaan Kuadrat Rasional

$2x^2 + 5x + 3 = 0$ dengan *photomath*



Langkah penyelesaian...

$2x^2 + 5x + 3 = 0$
Tulis ulang pernyataan

$2x^2 + 3x + 2x + 3 = 0$
Faktorkan bentuk tersebut

$x \times (2x + 3) + 2x + 3 = 0$
Faktorkan bentuk tersebut

$(2x + 3) \times (x + 1) = 0$
Pisahkanlah ke dalam beberapa kasus yang memungkinkan

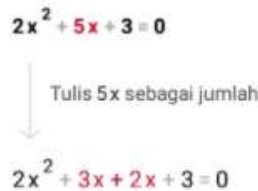
Penyelesaian
 $x_1 = -\frac{3}{2}, x_2 = -1$

Bentuk alternatif
 $x_1 = -1,5, x_2 = -1$

Gambar 20. Langkah penyelesaian $2x^2 + 5x + 3 = 0$

Jika kita pisahkan dan analisis perlangkah dari tiap proses untuk memperoleh penyelesaian didapatkan

Langkah 1



$2x^2 + 5x + 3 = 0$

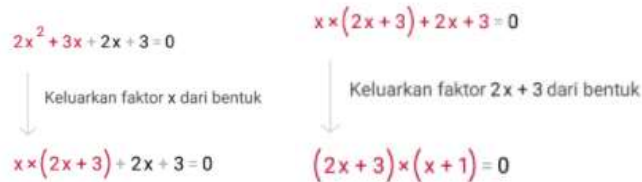
↓ Tulis 5x sebagai jumlah

$2x^2 + 3x + 2x + 3 = 0$

Gambar 21. Langkah 1 penyelesaian $2x^2 + 5x + 3 = 0$

Dari langkah 1 sudah tepat, dengan memanipulasi atau mencari persamaan yang ekuivalen dengan mengubah $5x = 3x + 2x$

Langkah 2



$2x^2 + 3x + 2x + 3 = 0$ $x \times (2x + 3) + 2x + 3 = 0$

↓ Keluarkan faktor x dari bentuk ↓ Keluarkan faktor $2x + 3$ dari bentuk

$x \times (2x + 3) + 2x + 3 = 0$ $(2x + 3) \times (x + 1) = 0$

Gambar 22. Langkah 2 penyelesaian $2x^2 + 5x + 3 = 0$

Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah keluarkan faktor namun jika pengerjaan seperti gambar disamping merupakan sifat distributive perkalian atas penjumlahan, sehingga haruslah

$2x^2 + 2x + 3x + 3 = 0$
 $2x \cdot x + 2x + 3x + 3 = 0$ [Ekuivalen]
 $2x(x + 1) + 3(x + 1) = 0$ [Sifat distributive perkalian atas penjumlahan]
 $(2x + 3)(x + 1) = 0$ [Sifat distributive perkalian atas penjumlahan]

Langkah 3

$$(2x+3)(x+1)=0$$

↓
Ketika hasil kali dari faktor-faktornya sama dengan 0, setidaknya salah satu faktornya adalah 0

$$2x+3=0$$

$$x+1=0$$

Gambar 23. Langkah 3 penyelesaian $2x^2 + 5x + 3 = 0$

Dalam aksioma lapangan bilangan real, tidak dikenal istilah faktor. Langkah pengerjaan disamping merupakan penerapan dari teorema pembagi nol. Jika $a \cdot b = 0$ maka $a = 0$ atau $b = 0$, sehingga haruslah

kita dapat memisalkan $2x + 3$ adalah bilangan a dan $x + 1$ adalah bilangan b

$$(2x + 3)(x + 1) = 0$$

$$2x + 3 = 0 \vee x + 1 = 0 \quad [\text{Teorema pembagi nol}]$$

Langkah 4

$2x+3=0$ $x+1=0$ ↓ Selesaikan persamaan untuk x ↓ $x = -\frac{3}{2}$ $x+1=0$	$2x+3=0$ $x+1=0$ ↓ Selesaikan persamaan untuk x ↓ $x = -\frac{3}{2}$ $x = -1$
--	---

Gambar 24. Langkah 4 penyelesaian $2x^2 + 5x + 3 = 0$

Berdasarkan langkah 4, dalam mencari nilai x , tetap diberlakukan pula aksioma lapangan dalam proses perhitungannya, namun dari gambar disamping tidak disajikan secara rinci cara memperoleh perhitungan nilai x , sehingga haruslah

$a = 0 \vee b = 0$	
$2x + 3 = 0$	
$2x + 3 + (-3) = 0 + (-3)$	[Kedua ruas ditambahkan dengan lawan dari 3]
$2x + 0 = -3$	[Eksistensi bilangan negatif dan bilangan nol]
$2x = -3$	[Eksistensi bilangan nol]
$\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot x = \frac{1}{2} \cdot -3$	[Kedua ruas dikalikan dengan kebalikan dari 2]
$1 \cdot x = -\frac{3}{2}$	[Eksistensi kebalikan dan perkalian bilangan \mathbb{R}]
$x = -\frac{3}{2}$	[Eksistensi bilangan satuan]
atau	
$x + 1 = 0$	
$x + 1 + (-1) = 0 + (-1)$	[Kedua ruas ditambah dengan lawan dari 1]
$x + 0 = -1$	[Eksistensi bilangan negatif dan bilangan nol]
$x = -1$	[Eksistensi bilangan nol]

KESIMPULAN

Berdasarkan deskripsi telaah dari hasil penyelesaian yang disajikan oleh aplikasi *photomath* maka dapat dikatakan bahwa aplikasi *photomath* ini sangat membantu dalam meng-*cross check* jawaban yang telah kita perhitungkan manual. Selain itu dengan *photomath* dapat diperoleh penyelesaian dalam hitungan detik, namun sangat ditekankan bahwa pengguna *photomath* mengutamakan kebermanfaatan aplikasi ini sebagai media koreksi karena telah mengetahui dasar keilmuan matematika seperti aksioma, teorema dan perhitungan-perhitungan matematika yang digunakan dalam proses penyelesaian sehingga tidak disalah gunakan sebagai sumber plaiat dalam menjawab soal. Berdasarkan telaah, penjelasan dalam langkah-langkah penyelesaian pada *photomath* terdapat beberapa istilah penjelasan prosedur yang kurang sesuai dengan dasar keilmuan matematika misalnya “keluarkan faktor” yang dimaksud adalah sifat distributif perkalian atas penjumlahan, “pindahkan satu suku ke ruas lainnya dan ubahlah tandanya (pindah ruas)” yang artinya menjumlahkan suatu suku dengan lawannya (invers pada penjumlahan), “hasil kali faktor-faktor adalah nol, setidaknya salah satu faktor adalah nol” yang artinya menunjukkan penggunaan teorema pembagi nol, “bagi kedua ruas dengan suatu bilangan” yang artinya mengoperasikan dengan invers dari suatu bilangan pada persamaan tersebut. Selain itu pada prosedur dalam mencari nilai x tidak disajikan bagaimana itu diperoleh namun pada hasil akhir, yang seharusnya dapat ditunjukkan pula langkah-langkahnya secara lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Mahsup, Syaharuddin, & P. D. (2021). Pemanfaatan aplikasi matematika berbasis android sebagai media belajar matematika Siswa SMA/SMK. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Berkarakter*, 4(1), 17–22.
- Ariwahyuni, M., Japa, I. G. N., & Sumantri, M. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran Metakognitif Terhadap Pemahaman Konsep Matematika. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 2(1).
- Comas-Forgas, R., & Sureda-Negre, J. (2010). Academic plagiarism: explanatory factors from students’ perspective. *Journal of Academic Ethics*, 8(3), 217–232. <https://doi.org/doi:10.1007/s10805-010-9121-0>
- Fauziah, U. (2017). *Analisis faktor penyebab kesulitan belajar matematika pada siswa kelas x sma datuk ribandang*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Hadiyanto, Fahrur Rozi, Hery Susanto, and A. Q. (2016). Identifikasi kesalahan siswa kelas vii dalam menyelesaikan soal geometri. *UM Conference Paper*.
- Hamadneh, I. M., & Al-Masaeed, A. (2015). math teachers’ attitudes towards photo math applications in solving mathematical problems using the mobile camera. *Educational Research and Reviews*, 10(14), 1930–1936. <https://doi.org/doi:10.5897/ERR2015.2181>
- Handayani, S. D., & Solihah, A. (2022). Pemanfaatan Aplikasi PhotoMath dan Aplikasi YHomework pada Pembelajaran Matematika. *Kapas: Kumpulan Artikel Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 1–7.
- James, J. and. (1976). *Mathematic Dictionary*. Van Nostrand Rienhold.
- Klára, K., Éva, O. K., & Diána, Z. (2021). *photomath : a blessing or a curse*. *GRADUS*, 8(1), 197–204.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*.
- Oktaviani, R. D., Ilmiah, T., Sholihah, N., Apriliyani, R., & Fauzi, I. (2022). Pemanfaatan Aplikasi Photomath Sebagai Media Pemecahan Masalah Matematis. *RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 40-54.
- Oktoviani, V., Wiris, L., W., dan Ferdianto, F. (2019). Analisis kemampuan pemahaman matematis siswa smp pada materi sistem persamaan linear dua variabel. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 39–46.
- Payung, Z., & Kusuma, Y. (2022). Pembelajaran Matematika dengan Bantuan Mathematica dan Photomath Software Untuk Meningkatkan Problem Solving Matematika Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar. *Elementary Journal: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 5(1), 33-39.

- Petr, D. W. (2001). session t3a cross-checking and good scores go together : students shrug session T3A. *31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 7–12.
- Rahadi, Muhammad Rizky, Kodrat Iman Satoto, and I. P. W. (2016). Perancangan game math adventure sebagai media pembelajaran matematika berbasis android. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 4(1), 44. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.4.1.2016.44-49>
- Rahayu, N. P. (2022). Meminimalkan Ketergantungan Peserta Didik pada Aplikasi Photomath dengan Merubah Soal Matematika Menjadi Bentuk Teks. *Action Research Journal*, 1(3), 250-255.
- Ramadhani. (2015). Analisis kesalahan siswa kelas VIII SMP pada materi aljabar serta proses scaffolding-nya. *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika Dan Pembelajarannya*, 1(1), 1. karya-ilmiah.um.ac.id
- Spurway, N., & Hickman, L. (2016). *Forty years of science and religion, looking back, looking forward*. Cambridge Scholars.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (27th ed.). CV. Alfabeta.
- Suratman, D. (2018). *Pengantar Analisis Real*. Jaudar Press.
- Williams, R. (2020). *The Use of Digital Applications and Websites in Completing Math Assignments*. Concordia University - Portland, ronnwilliams@mail2.cu-portland.edu. [https://digitalcommons.csp.edu/cup_commons_grad_edd/452 %0D](https://digitalcommons.csp.edu/cup_commons_grad_edd/452%0D).