

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan oleh peneliti, secara umum dapat diketahui bahwa siswa kelas XI-MIA 1 MAN 2 Tulungagung memiliki tingkat keaktifan dan kemampuan akademik yang bermacam-macam mulai dari yang aktif sampai yang tidak aktif, dan yang memiliki kemampuan akademik tinggi, sedang, dan rendah. Untuk memperoleh data penelitian maka peneliti memberikan tes kepada siswa yang terdiri 2 soal yang sebelumnya telah divalidasi oleh 3 validator. Berikut adalah tes yang diberikan kepada siswa kelas XI-MIA 1 MAN 2 Tulungagung.

a. Tes 1 atau Masalah 1 (M1)

Seorang pemilik toko sepatu ingin mengisi tokonya dengan sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang dan sepatu wanita paling sedikit 150 pasang. Toko tersebut dapat memuat 460 pasang sepatu. Keuntungan setiap pasang sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan setiap pasang sepatu wanita Rp5.000,00. Jika banyak sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150 pasang. Tentukan:

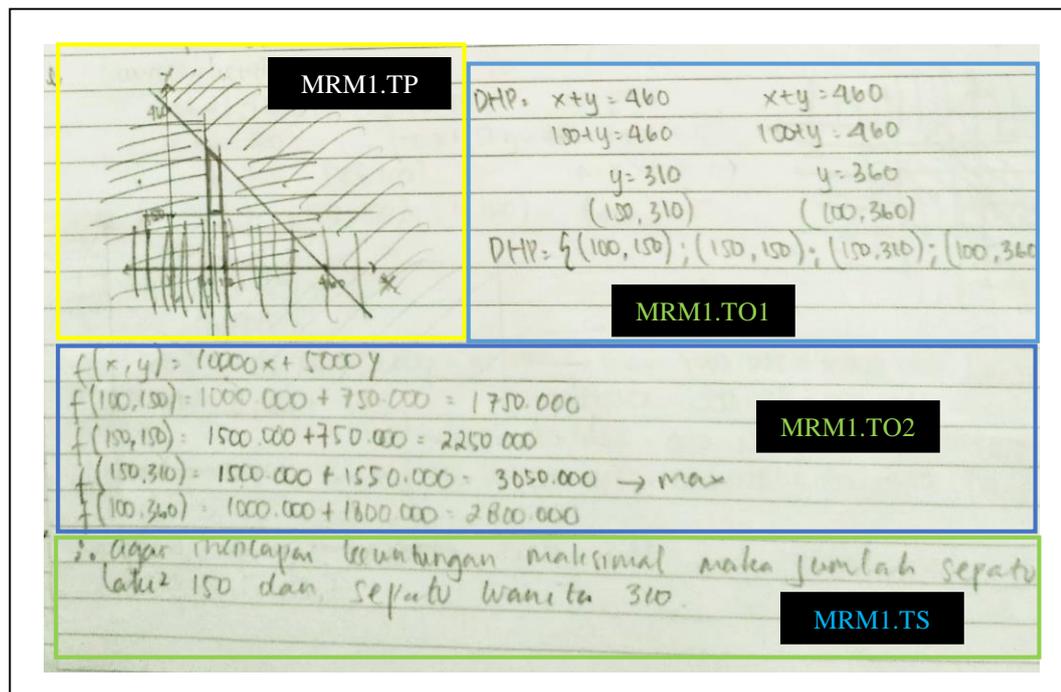
- a. Model matematika
- b. Banyak sepatu laki-laki dan wanita agar keuntungan maksimal!

b. Tes 2 atau Masalah 2 (M2)

PT Maxindo memproduksi antenna untuk pasar ekspor. Ada 2 tipe antenna yang diproduksi yaitu antenna A dan B. Harga untuk antenna A adalah Rp.120.000,- per unit. Harga untuk antenna B adalah Rp.150.000,- per unit. Biaya produksi untuk antenna A adalah Rp.30.000,- per unit. Biaya produksi untuk antenna B adalah Rp.50.000,- per unit. Antenna A & B membutuhkan kotak untuk tiap kemasannya, dimana pemesanan minimal untuk kotak tersebut adalah 10 unit. Untuk memproduksi antenna A dibutuhkan 4 meter kabel, 30 ons plastik, dan 50 ons aluminium. Untuk memproduksi antenna B dibutuhkan 3 meter kabel, 60 ons plastik, dan 60 ons aluminium. PT Maxindo mempunyai 120 meter kabel, 120 kg plastik, dan 300 kg aluminium. Tentukan:

- a. Model matematika
- b. Banyak antenna jenis A dan B yang harus diproduksi agar diperoleh laba maksimum !

Selain melakukan tes, peneliti juga melakukan wawancara terhadap 6 subjek terpilih yang terdiri dari 2 siswa yang mewakili siswa berkemampuan tinggi, 2 siswa yang mewakili siswa berkemampuan sedang, dan 2 siswa yang mewakili siswa berkemampuan rendah.



Gambar 4.1 Jawaban MR Pada Masalah 1

Berdasarkan gambar 4.1 terlihat bahwa MR menuliskan apa yang diketahui dalam soal yaitu sepatu laki-laki minimal 100 pasang, sepatu wanita minimal 150 pasang, toko dapat memuat 460 pasang, keuntungan sepasang sepatu laki-laki Rp10.000,00, keuntungan sepasang sepatu wanita Rp5.000,00 dan menentukan apa yang ditanyakan atau pokok permasalahan apa yang ada dalam soal, yaitu model matematika dan menentukan banyaknya sepatu laki-laki dan sepatu wanita agar keuntungan yang diperoleh toko tersebut maksimal [MRM1.TA1]. Langkah selanjutnya MR memanfaatkan gagasan-gagasan yang diketahui dan ditanyakan dalam soal tersebut untuk membuat suatu model matematika yang nantinya digunakan untuk menjawab soal yang ada dalam M1. Dalam membuat model matematika, MR membuat pemisalan untuk sepatu laki-laki (x) dan sepatu wanita (y) kemudian MR menuliskan model matematikanya yaitu $100 \leq x \leq 150, y \geq 150, x + y \leq 460, f(x, y) = 10.000x + 5.000y$ [MRM1.TA2]. Langkah

selanjutnya MR menggambar grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dalam sebuah diagram cartesius kemudian dia menentukan Daerah Himpunan Penyelesaiannya [MRM1.TP]. Langkah selanjutnya MR menentukan titik-titik yang membatasi DHP dengan cara mensubstitusikan nilai $x = 150$ dan $x = 100$ kedalam persamaan $x + y = 460$ untuk mendapatkan nilai y , kemudian MR menuliskan titik-titik optimum yang membatasi DHP nya yaitu $(100,150)$, $(150,50)$, $(150,310)$, dan $(100,360)$ [MRM1.TO1]. Selanjutnya MR mensubstitusi titik-titik optimum yang telah ditentukan ke dalam fungsi tujuan $f(x, y) = 10.000x + 5.000y$ dan mendapatkan nilai maksimum 3.050.000 [MRM1.TO2]. Kemudian MR memberikan kesimpulan bahwa banyaknya sepatu laki-laki dan wanita agar keuntungan maksimal adalah sepatu laki-laki 150 pasang dan sepatu wanita 310 pasang [MRM1.TS].

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara MR pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut petikan wawancara yang dilakukan peneliti (P) dengan MR pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
 MR : *Sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang, sepatu wanita paling sedikit 150 pasang, toko dapat memuat 460 pasang sepatu, keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan keuntungan sepatu wanita Rp5.000,00. Banyak sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150 pasang.* [MRM1.TAJ1]

- P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
 MR : *Yang ditanyakan adalah model matematika dan [MRM1.TAJ2] banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungan maksimal.*

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi MR menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang, sepatu wanita paling sedikit 150 pasang, toko dapat memuat 460 pasang sepatu, keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan keuntungan sepatu wanita Rp5.000,00, banyak sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150 pasang [MRM1.TAJ1]. Kemudian MR juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungan maksimal [MRM1.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan MR dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
 MR : *Iya bu. Dimisalkan sepatu laki-laki x dan sepatu [MRM1.TAJ3] wanita y .*
 P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*
 MR : *Karena sebelum membuat model matematika harus [MRM1.TAJ4] ada variabel keputusan dulu dan untuk memudahkan saya dalam mengerjakan.*

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, MR membuat pemisalan untuk sepatu laki-laki (x) dan sepatu wanita (y) [MRM1.TAJ3]. Alasan dia menggunakan pemisalan yaitu karena sebelum membuat model matematika harus ada variabel keputusan dulu dan untuk mempermudah dia dalam mengerjakan soal tersebut [MRM1.TAJ4]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan MR pada tahap aksi:

- P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*
- MR : *Ya, seperti yang diketahui tadi bu (sambil nunjuk jawaban)* [MRM1.TAJ5]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan fungsi kendalanya?*
- MR : *Dilihat dari apa yang diketahui bu. Berarti dari situ fungsi kendalanya, $x + y \leq 460$, syaratnya $y \geq 150$, $x \geq 100$ dan $x \leq 150$. Juga tidak lupa dengan $x, y \geq 0$ yang meruoakan kendala non-negatifnya.* [MRM1.TAJ6]
- P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*
- MR : *Karena diketahui paling sedikit bu. Jadi menggunakan tanda lebih dari sama dengan. Kalau tidak boleh melebihi berarti menggunakan tanda kurang dari sama dengan.* [MRM1.TAJ7]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, MR menyebutkan apa yang menjadi kendala dalam soal tersebut berdasarkan ketterangan pada soal [MRM1.TAJ5]. Kemudian MR menyebutkan fungsi kendala dalam soal tersebut adalah $x + y \leq 460$, syaratnya $y \geq 150$, $x \geq 100$ dan $x \leq 150$, juga tidak lupa dengan $x, y \geq 0$ yang merupakan kendala non-negatifnya [MRM1.TAJ6]. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu karena diketahui paling sedikit, jadi menggunakan tanda lebih dari sama dengan, kalau tidak boleh melebihi berarti menggunakan tanda kurang dari sama dengan [MRM1.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
- MR : *Mencari banyak sepatu laki-laki dan wanita* [MRM1.TAJ8]
- P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
- MR : *Itu di soal diketahui bahwa keuntungannya sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan sepatu wanita Rp5.000,00. Jadi fungsi tujuannya $f(x, y) = 10000x + 5000y$* [MRM1.TAJ9]

Berdasarkan wawancara di atas, MR menyebutkan bahwa tujuan soal tersebut untuk mencari sepatu laki-laki dan wanita [MRM1.TAJ8] dan karena diketahui dalam soal keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000 dan wanita Rp5.000 maka dia menjelaskan bahwa fungsi tujuan dalam soal tersebut adalah $f(x, y) = 10000x + 5000y$ [MRM1.TA9].

Pada tahap aksi MR menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan benar serta dapat menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan dengan tepat. MR juga mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses (TP)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan MR pada tahap proses:

- P : *Apa langkah kamu selanjutnya untuk menyelesaikan soal tersebut? Coba jelaskan langkah-langkahnya!*
- MR : *Langkah saya selanjutnya yaitu saya menggambar grafiknya untuk menentukan DHP nya.* [MRM1.TPJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menggambar grafik?*
- MR : *Dicari titik-titiknya kemudian disubstitusi ke dalam diagram cartesius lalu digambar bu. Nah titik-titik potongnya itu diperoleh dari pertidaksamaan. Berarti dari soal tersebut titik-titiknya yaitu $x = 100, x = 150, y = 150$ terus pertidaksamaan $x + y \leq 460$ dicari titiknya dengan memisalkan $x = 0$ dan $y = 0$ dan ketemu $(0,460), (460,0)$.* [MRM1.TPJ2]
- P : *Mengapa kamu tidak menuliskan titik-titik potongnya dalam lembar jawaban mu?*
- MR : *Heheheheh diangan-angan bu...* [MRM1.TPJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, MR menjelaskan langkah selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menggambar grafik dan menentukan DHP [MRM1.TPJ1]. MR menjelaskan langkah dalam menggambar yaitu dicari titik-titiknya kemudian disubstitusi ke dalam diagram cartesius lalu digambar, kemudian titik-titik potongnya itu diperoleh dari pertidaksamaan, berarti dari soal tersebut titik-titiknya yaitu $x = 100$, $x = 150$, $y = 150$ terus pertidaksamaan $x + y \leq 460$ dicari titiknya dengan memisalkan $x = 0$ dan $y = 0$ dan ketemu $(0,460)$, $(460,0)$ [MRM1.TPJ2]. MR tidak menuliskan titik-titik potongnya dalam lembar jawaban karena titik-titik yang sudah dia tentukan sudah berada diangan-angan [MRM1.TPJ3]. Dalam hal ini MR menentukan titik-titik tersebut dalam imajinasi.

Berikut cuplikan wawancara lanjutan dengan MR pada tahap proses:

- P : *Bagaimana kamu menentukan DHP dari grafik yang telah kamu gambar?*
- MR : *DHP nya itu merupakan daerah yang bersih. Daerah yang bersih diperoleh dari pertidaksamaannya tadi. Jika kurang dari yang diarsir kanan atas. Jika lebih dari yang diarsir kiri bawah.* [MRM1.TPJ4]
- P : *Dapatkah kamu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan dengan menggunakan metode lain selain yang kamu gunakan?*
- MR : *Hehehehe... masih belum bisa bu.* [MRM1.TPJ5]

Berdasarkan wawancara lanjutan di atas, MR menjelaskan langkah dia dalam menentukan DHP yaitu DHP nya itu merupakan daerah yang bersih, daerah yang bersih diperoleh dari pertidaksamaanyang telah dibuat sebelumnya dalam model matematika, jika tanda pertidaksamaan kurang dari maka yang diarsir kanan atas, jika tanda pertidaksamaan lebih dari maka yang diarsir kiri bawah [MRM1.TPJ4]. Dalam menentukan nilai optimum MR menjelaskan bahwa dia masih belum

mampu untuk menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan cara lain selain cara yang dia pergunakan [MRM1.TPJ5]

Pada tahap proses MR mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dengan benar dan mampu menentukan daerah himpunan penyelesaiannya. MR juga mampu menyatakan kembali langkah-langkah nya dalam menggambarkan grafik dan menentukan DHP nya dengan jelas. Dalam menentukan titik-titik potong untuk menggambar grafik, MR melakukannya dalam inamjinasi dan tidak menuliskannya. Pada tahap proses MR juga mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif dengan menggunakan metode yang telah diajarkan, namun belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Berikut adalah wawancara yang dilakukan peneliti dengan MR pada tahap objek:

- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik optimumnya?*
- MR : *Dilihat berdasarkan DHP nya. Titik-titik optimumnya itu yang membatasi DHP. Jadi dalam gambar grafik saya titik optimumnya (100,150), (150,50), (150,310), (100,360).* [MRM1.TOJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan nilai optimumnya?*
- MR : *Titik-titik yang sudah dicari tadi kemudian disubstitusi ke dalam fungsi tujuan $f(x, y) = 10000x + 5000y$. Nah dari situ ketemu nilai maksimalnya bu yaitu Rp3.050.000,00. Jadi bisa ditentukan berapa banyaknya sepatu laki-laki dan wanita.* [MRM2.TOJ2]

Berdasarkan wawancara di atas, MR menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan titik-titik optimumnya yaitu dilihat berdasarkan DHP nya, titik-titik optimumnya itu yang membatasi DHP, jadi dalam gambar grafik yang telah MR gambar dia menyebutkan bahwa titik-titik optimumnya yaitu (100,150),(150,50),(150,310) dan (100,360) [MRM1.TOJ1]. MR juga menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan nilai optimum yaitu Titik-titik yang sudah dicari kemudian disubstitusi ke dalam fungsi tujuan $f(x, y) = 10000x + 5000y$, sehingga ketemu nilai maksimalnya yaitu Rp3.050.000,00. Jadi bisa ditentukan berapa banyaknya sepatu laki-laki dan wanita [MRM1.TOJ2].

Pada tahap objek MR mampu menentukan titik-titik optimum dari suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik Daerah Himpunan Penyelesaian, serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan titik-titik tersebut dengan tepat dan benar. MR mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan nilai tersebut dengan benar.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Skema

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek MR pada tahap skema:

- P : *Apa kesimpulan jawaban dari soal yang kamu kerjakan?*
 MR : *Kesimpulannya, agar mencapai keuntungan maksimal banyak sepatu laki-lakinya 150 dan sepatu wanitanya 310.* [MRM1.TSJ1]

- P : *Apakah jawabanmu sudah benar dan sesuai dengan apa yang ditanyakan?*
- MR : *Insyallah sudah bu.. heheh* [MRM1.TSJ2]
- P : *Coba Jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- MR : *Yang pertama itu mencari pertidaksamaannya, terus menggambar grafiknya, terus untuk mencari yang banyak sepatu laki-laki perempuan menggunakan fungsi tujuan dicari yang maksimal.* [MRM1.TSJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, MR mampu menyatakan ulang kesimpulan hasil jawaban yang telah dia peroleh yaitu agar mencapai keuntungan maksimal banyak sepatu laki-lakinya 150 dan sepatu wanitanya 310 [MRM1.TSJ1]. MR juga sudah yakin bahwa jawaban yang dia peroleh dan kesimpulan yang dia tulis sudah sesuai dengan apa yang ditanyakan dalam soal [MRM1.TSJ2]. Kemudian MR mampu menjelaskan kembali langkah-langkah yang dia lakukan dalam menyelesaikan soal tersebut yaitu yang pertama mencari pertidaksamaannya, kemudian menggambar grafiknya, terus untuk mencari yang banyak sepatu laki-laki perempuan menggunakan fungsi tujuan dicari yang maksimal [MRM1.TSJ3].

Pada tahap skema MR mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

2. Paparan data hasil tes dan wawancara MR dalam menyelesaikan Masalah 2

Diket
 2 tipe antenna A dan B
 + Harga antenna A Rp 120.000 /unit
 " " B Rp 150.000 /unit
 + Biaya produksi antenna A Rp 30.000 /unit
 " " B Rp 50.000 /unit
 + Pesanan MR 10
 Antena A 4 m kabel, 30 ons plastik, 50 ons alumunium
 " B 3 m kabel, 60ons " " 60 ons "
 PT Maxindo mempunyai 120 m kabel, 120kg plastik setiap hari

Ditanya
 a. Model MTK
 b. Bentuk antenna A dan B agar max

Jawab
 x = antenna A
 y = antenna B
 $x + y \geq 10$ $(0,10)$
 $4x + 3y \leq 120$ $(30,0)$
 $30x + 60y \leq 1200$ $(0,20)$
 $50x + 60y \leq 3000$ $(60,0)$

MRM2.TA1

MRM2.TP

MRM2.TA2

MRM2.TO1

MRM2.TO2

MRM2.TS

PTP: $(10,0)$; $(30,0)$; $(29,8)$; $(0,20)$; $(0,0)$
 $f(x,y) = 90.000x + 100.000y$
 $f(10,0) = 900.000$
 $f(30,0) = 2700.000$
 $f(29,8) = 2160.000 + 800.000 = 2960.000 \rightarrow \text{max}$
 $f(0,20) = 2000.000$
 $f(0,0) = 1000.000$

\therefore Antena A = 29 dan Antena B = 8 untuk max

Gambar 4.2 Jawaban MR Pada Masalah 2

Berdasarkan gambar 4.2 terlihat bahwa MR menuliskan apa yang diketahui dalam soal yaitu 2 tipe antenna A dan B, harga antenna A Rp120.000/unit, harga antenna B Rp150.000/unit, biaya produksi antenna A Rp30.000/unit, biaya produksi

antena B Rp50.000/unit, pemesanan minimal 10, antenna A membutuhkan 4m kabel, 30 ons plastik, 50 ons aluminium, antenna B membutuhkan 3m kabel, 60 ons plastik dan 60 ons aluminium, Pt Maxindo mempunyai 120m kabel, 120 kg plastik, 300 kg aluminium, dan menentukan apa yang ditanyakan atau pokok permasalahan apa yang ada dalam soal, yaitu menentukan model matematika dan banyak antenna A dan B agar untung maksimal [MRM2.TA1]. Langkah selanjutnya MR memanfaatkan gagasan-gagasan yang diketahui dan ditanyakan dalam soal tersebut untuk membuat suatu model matematika yang nantinya digunakan untuk menjawab soal yang ada dalam M1. Dalam membuat model matematika, MR membuat pemisalan untuk antenna A dimisalkan x dan antenna B dimisalkan y , kemudian MR menuliskan model matematikanya yaitu $x + y \geq 10$, $4x + 3y \leq 120$, $30x + 60y \leq 1200$, $50x + 60y \leq 3000$ [MRM2.TA2]. Langkah selanjutnya MR menggambar grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dalam sebuah diagram cartesius kemudian dia menentukan Daerah Himpunan Penyelesaiannya [MRM2.TP]. Kemudian MR menentukan titik-titik yang membatasi DHP dan terdapat titik yang berpotongan sehingga MR melakukan eliminasi dan substitusi antara persamaan garis $4x + 3y = 120$ dan $30x + 60y = 1200$ sehingga ketemu nilai $x = 24$ dan $y = 8$ [MRM2.TO1], kemudian MR menuliskan titik-titik optimum yang membatasi DHP nya yaitu $(100,150)$, $(150,50)$, $(150,310)$, dan $(100,360)$ [MRM2.TO2]. Selanjutnya MR mensubstitusi titik-titik optimum yang telah ditentukan ke dalam fungsi tujuan $f(x,y) = 90.000x + 100.000y$ dan mendapatkan nilai maksimum 2.960.000 [MRM2.TO2]. Kemudian MR

memberikan kesimpulan bahwa antenna $A=24$ dan antenna $B=8$ untuk mendapatkan untung maksimum [MRM2.TS].

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara MR pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut petikan wawancara yang dilakukan peneliti (P) dengan MR pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
- MR : *Yang diketahui ada 2 antenna yaitu A dan B. Harga per unitnya antenna A Rp120.000 dan antenna B Rp150.000. Sedangkan untuk biaya produksinya antenna A Rp30.000 dan antenna B Rp50.000. Pemesanan antenna minimal 10. Bahan yang dibutuhkan untuk antenna A 4m kabel, 30 ons plastik dan 50 ons aluminium. Sedangkan antenna B 3m kabel, 60 ons plastik, dan 60 ons aluminium. Nah PT tersebut punya 120m kabel, 120 kg plastik, dan 300 kg aluminium.* [MRM2.TAJ1]
- P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
- MR : *Yang ditanyakan adalah model matematika dan antenna A dan B agar untung maksimal.* [MRM2.TAJ2]

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi MR menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu 2 antenna yaitu A dan B dengan harga per unitnya antenna A Rp120.000 dan antenna B Rp150.000, sedangkan untuk biaya produksinya antenna A Rp30.000 dan antenna B Rp50.000 dan pemesanan antenna minimal 10, sehingga bahan yang dibutuhkan untuk antenna A 4m kabel, 30 ons plastik dan 50 ons aluminium, sedangkan antenna B 3m kabel, 60 ons plastik, dan 60 ons

aluminium, serta PT tersebut mempunyai 120m kabel, 120 kg plastik, dan 300 kg aluminium [MRM2.TAJ1]. Kemudian MR juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyak antena A dan B agar keuntungan maksimal [MRM2.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan MR dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
- MR : *Iya bu. saya misalkan antena A dengan x dan antena B dengan y .* [MRM2.TAJ3]
- P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*
- MR : *Karena dalam membuat model matematika harus ada variabel keputusan dan untuk memudahkan saya untuk mengerjakan.* [MRM2.TAJ4]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, MR membuat pemisalan untuk antena A (x) dan antena B (y) [MRM2.TAJ3]. Alasan dia menggunakan pemisalan yaitu karena sebelum membuat model matematika harus ada variabel keputusan dulu dan untuk mempermudah dia dalam mengerjakan soal tersebut [MRM2.TAJ4]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan MR pada tahap aksi:

- P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*
- MR : *Ya, seperti yang diketahui tadi bu (sambil nunjuk jawaban)* [MRM2.TAJ5]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan fungsi kendalanya?*
- MR : *Dilihat dari apa yang diketahui bu. Berarti dari situ fungsi kendalanya, $x + y \geq 10$, $4x + 3y \leq 120$, $30x + 60y \leq 1200$ karena ons dijadikan kg, kemudian $50x + 60y \leq 3000$ itu ons dijadikan kg juga, trus tidak lupa $x \geq 0$, $y \geq 0$ yang merupakan kendala non-negatifnya.* [MRM2.TAJ6]

- P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*
- MR : *Karena diketahui pemesanan minimal 10 jadi tandanya menggunakan lebih dari sama dengan. Kemudian karena bahan yang tersedia hanya terbatas 120m kabel, 120 kg plastik, dan 300 kg aluminium maka tanda pertidaksamaannya kurang dari sama dengan.* [MRM2.TAJ7]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, MR menyebutkan apa yang menjadi kendala dalam soal tersebut berdasarkan keterangan pada soal [MRM2.TAJ5]. Kemudian MR menyebutkan fungsi kendala dalam soal tersebut adalah $x + y \geq 10$, $4x + 3y \leq 120$, $30x + 60y \leq 1200$, kemudian $50x + 60y \leq 3000$, dan $x \geq 0, y \geq 0$ yang merupakan kendala non-negatifnya. [MRM2.TAJ6]. MR memahami bahwa satuan kg dalam soal harus dijadikan ons [MRM2.TAJ6]. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu karena diketahui minimal, jadi menggunakan tanda lebih dari sama dengan, dan persediaan barang hanya terbatas jadi menggunakan tanda kurang dari sama dengan [MRM2.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
- MR : *Mencari banyak antena A dan B agar untung maksimal.* [MRM2.TAJ8]
- P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
- MR : *Dalam soal diketahui bahwa harga antena per unitnya 120.000 untuk A dan 150.000 untuk B. Kemudian harga produksinya 30.000 untuk A dan 50.000 untuk B. Lalu dicari keuntungannya, harga antena dikurangi harga produksi. Jadi antena keuntungan A Rp90.000 dan antena B Rp100.000. Terus fungsi tujuannya $f(x, y) = 90.000x + 100.000y$* [MRM2.TAJ9]

Berdasarkan wawancara di atas, MR menyebutkan bahwa tujuan soal tersebut untuk mencari banyak antenna A dan B agar untung maksimal [MRM2.TAJ8] dan karena dalam soal diketahui bahwa harga antenna per unitnya 120.000 untuk A dan 150.000 untuk B dan harga produksinya 30.000 untuk A dan 50.000 untuk B, maka MR mengurangi harga jual dengan harga beli untuk mencari keuntungan sehingga fungsi tujuannya $f(x, y) = 90.000x + 100.000y$ [MRM2.TA9].

Pada tahap aksi MR menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan benar serta dapat menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan dengan tepat. MR juga mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika dengan benar dan tepat.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses (TP)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan MR pada tahap proses:

- P : *Apa langkah kamu selanjutnya untuk menyelesaikan soal tersebut? Coba jelaskan langkah-langkahnya!*
- MR : *Selanjutnya menggambar grafik bu untuk menentukan DHP nya.* [MRM2.TPJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menggambar grafik?*
- MR : *Dari fungsi kendala yang sudah diketahui dicari titik potong (x,y) nya. Dari pertidaksamaan $x + y \geq 10$ ketemu titik (0,10), (10,0), dari pertidaksamaan $4x + 3y \leq 120$ ketemu titik (0,40), (30,0), trus $30x + 60y \leq 1200$ ketemu (0,20), (40,0), $50x + 60y \leq 3000$ ketemu (0,50), (60,0). Setelah itu digambar dalam diagram cartesius.* [MRM2.TPJ2]
- P : *Bagaimana cara kamu menentukan titik-titik potongnya?kok tidak dituliskan.*

MR : *Sudah diangan-angan saja.* [MRM2.TPJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, MR menjelaskan langkah selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menggambar grafik dan menentukan DHP [MRM2.TPJ1]. MR menjelaskan langkah dalam menggambar yaitu dicari titik-titik potong (x,y) berdasarkan pertidaksamaannya kemudian titik tersebut digambar dalam diagram cartesius [MRM2.TPJ2]. MR tidak menuliskan langkah-langkah dalam menentukan titik-titik potongnya karena titik-titik yang sudah dia tentukan sudah berada diangan-angan [MRM2.TPJ3]. Dalam hal ini MR menentukan titik-titik tersebut dalam imajinasi. Berikut cuplikan wawancara lanjutan dengan MR pada tahap proses:

P : *Bagaimana kamu menentukan DHP dari grafik yang telah kamu gambar?*

MR : *Ya sama kayak soal nomor satu tadi bu. Kalo lebih dari berarti yang diarsir kiri bawah kalo kurang dari yang diarsir kanan atas. Terus DHP nya daerah yang bersih.* [MRM2.TPJ4]

P : *Dapatkah kamu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan dengan menggunakan metode lain selain yang kamu gunakan?*

MR : *Belum bisa bu* [MRM2.TPJ5]

Berdasarkan wawancara lanjutan di atas, MR menjelaskan langkah dia dalam menentukan DHP yaitu DHP nya itu merupakan daerah yang bersih, daerah yang bersih diperoleh dari pertidaksamaan yang telah dibuat sebelumnya dalam model matematika, jika tanda pertidaksamaan kurang dari maka yang diarsir kanan atas, jika tanda pertidaksamaan lebih dari maka yang diarsir kiri bawah [MRM2.TPJ4]. Dalam menentukan nilai optimum MR menjelaskan bahwa dia masih belum

mampu untuk menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan cara lain selain cara yang dia pergunakan [MRM2.TPJ5]

Pada tahap proses MR mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dengan benar dan mampu menentukan daerah himpunan penyelesaiannya. MR juga mampu menyatakan kembali langkah-langkah nya dalam menggambarkan grafik dan menentukan DHP nya dengan jelas. Dalam menentukan titik-titik potong untuk menggambar grafik, MR melakukannya dalam inamjinasi dan tidak menuliskannya. Pada tahap proses MR juga mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif dengan menggunakan metode yang telah diajarkan, namun belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Berikut adalah wawancara yang dilakukan peneliti dengan MR pada tahap objek:

- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik optimumnya?*
- MR : *Dilihat berdasarkan DHP nya. Titik-titik optimumnya itu yang membatasi DHP, dan dicari dengan cara eliminasi dan substitusi persamaan $4x + 3y = 120$ dan $30x + 60y = 1200$ sehingga ketemu nilai $x = 24$ dan nilai $y = 8$. Untuk titik yang lain sudah jelas terlihat pada gambar grafiknya. Jadi ketemu titik optimumnya $(10,0)$, $(30,0)$, $(24,8)$, $(0,20)$, dan $(0,10)$.* [MRM2.TOJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan nilai optimumnya?*
- MR : *Titik-titik yang sudah dicari tadi kemudian disubstitusi ke dalam fungsi tujuan $f(x, y) = 90.000x + 100.000y$. setelah disubstitusi akan ketemu keuntungan maksimalnya yaitu Rp2.960.000.* [MRM2.TOJ2]

Berdasarkan wawancara di atas, MR menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan titik-titik optimumnya yaitu dilihat berdasarkan DHP nya, titik-titik optimumnya itu yang membatasi DHP, dan MR juga menentukan titik optimumnya dengan eliminasi dan substitusi $4x + 3y = 120$ dan $30x + 60y = 1200$ kemudian MR menyebutkan bahwa titik-titik optimumnya yaitu $(10,0)$, $(30,0)$, $(24,8)$, $(0,20)$, dan $(0,10)$ [MRM2.TOJ1]. MR juga menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan nilai optimum yaitu titik-titik yang sudah dicari kemudian disubstitusi ke dalam fungsi tujuan $f(x,y) = 90.000x + 100.000y$, sehingga ketemu nilai maksimalnya yaitu Rp2.960.000,00 [MRM2.TOJ2].

Pada tahap objek MR mampu menentukan titik-titik optimum dari suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik Daerah Himpunan Penyelesaian, serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan titik-titik tersebut dengan tepat dan benar. MR mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan nilai tersebut dengan benar.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Skema

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek MR pada tahap skema:

P : *Apa kesimpulan jawaban dari soal yang kamu kerjakan?*

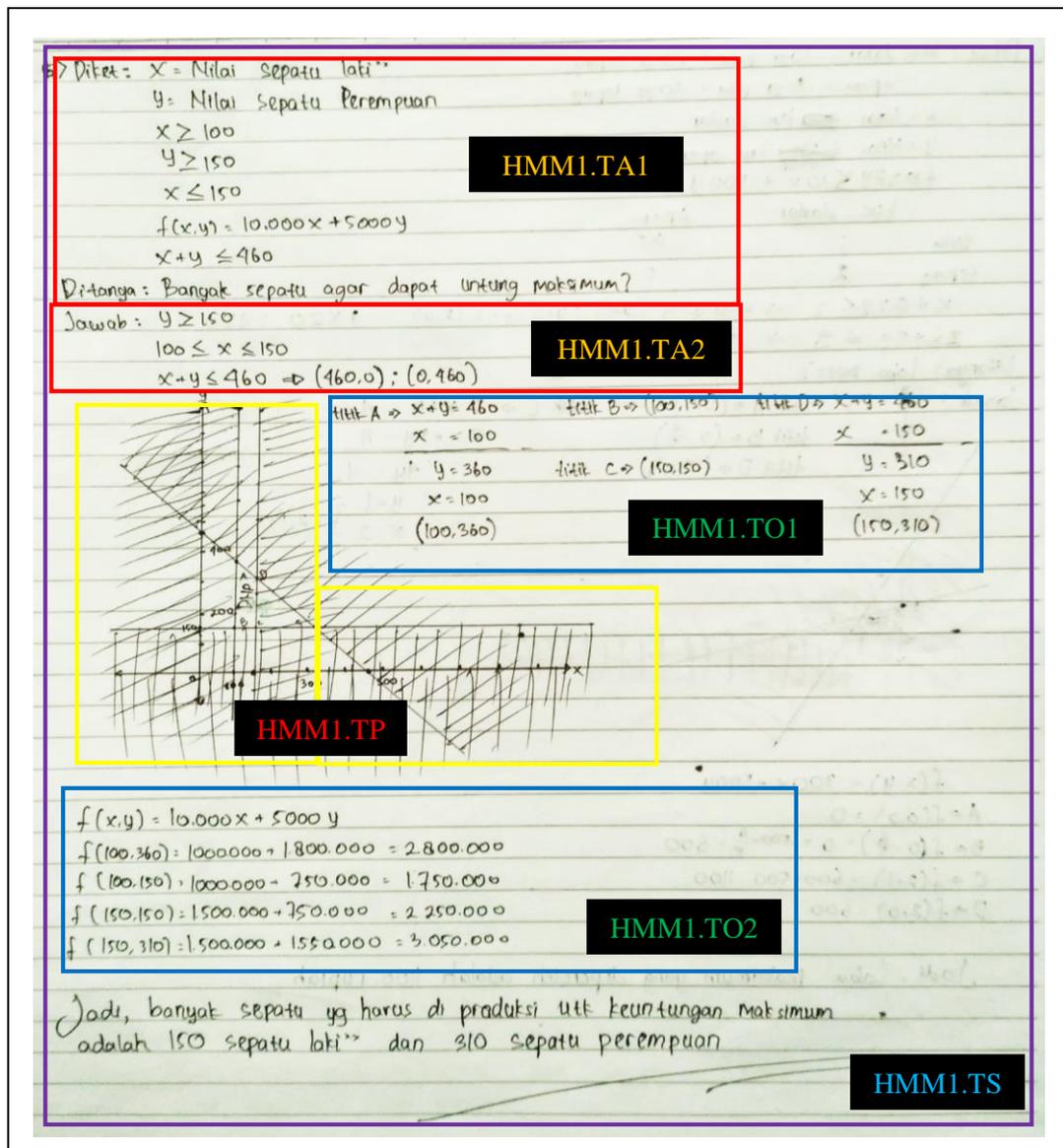
- MR : *Kesimpulannya, banyak antena A dan B yang diproduksi yaitu 24 dan 8 agar untungnya maksimal.* [MRM2.TSJ1]
- P : *Apakah jawabanmu sudah benar dan sesuai dengan apa yang ditanyakan?*
- MR : *InsyaAllah sudah bu.. heheh* [MRM2.TSJ2]
- P : *Coba Jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- MR : *Yang pertama menentukan model matematikanya, kemudian menggambar grafiknya, lalu setelah diketahui DHP nya, menentukan keuntungan maksimum dengan fungsi tujuan $f(x,y) = 90.000x + 100.000y$ dengan titik-titik DHP nya.* [MRM2.TSJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, MR mampu menyatakan ulang kesimpulan hasil jawaban yang telah dia peroleh yaitu banyak antena A dan B yang diproduksi yaitu 24 dan 8 agar untungnya maksimal [MRM2.TSJ1]. MR juga sudah yakin bahwa jawaban yang dia peroleh dan kesimpulan yang dia tulis sudah sesuai dengan apa yang ditanyakan dalam soal [MRM2.TSJ2]. Kemudian MR mampu menjelaskan kembali langkah-langkah yang dia lakukan dalam menyelesaikan soal tersebut yaitu yang pertama menentukan model matematikanya, kemudian menggambar grafiknya, menentukan DHPnya, menentukan keuntungan maksimum dengan fungsi tujuan $f(x,y) = 90.000x + 100.000y$ dengan titik-titik DHPnya [MRM2.TSJ3].

Pada tahap skema MR mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta

mampu merefleksikan tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

3. Paparan data hasil tes dan wawancara HM dalam menyelesaikan Masalah 1



Gambar 4.3 Jawaban HM Pada Masalah 1

Berdasarkan gambar 4.3 terlihat bahwa HM menuliskan apa yang diketahui dalam soal yang mana HM langsung menuliskannya dalam bentuk model matematika yaitu dengan memisalkan terlebih dahulu sepatu laki-laki dengan x dan sepatu perempuan dengan y , kemudian HM menuliskan bahwa yang diketahui yaitu $x \geq 100, y \geq 150, x \leq 150, f(x, y) = 10000x + 5000y, x + y \leq 460$, selain itu, HM juga dapat menentukan apa yang ditanyakan atau pokok permasalahan apa yang ada dalam soal, yaitu model matematika dan menentukan banyaknya sepatu agar dapat untung maksimum [HMM1.TA1]. Langkah selanjutnya HM memanfaatkan gagasan-gagasan yang diketahui dan ditanyakan dalam soal tersebut untuk membuat suatu model matematika yang nantinya digunakan untuk menjawab soal yang ada dalam M1. Model Matematika yang dituliskan HM yaitu $y \geq 150, 100 \leq x \leq 150, x + y \leq 460$ [HMM1.TA2]. Langkah selanjutnya HM menggambar grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dalam sebuah diagram cartesius kemudian dia menentukan Daerah Himpunan Penyelesaiannya dan titik-titik yang membatasi DHP tersebut oleh HM diberi nama titik A, B, C, dan D [HMM1.TP]. Kemudian HM menentukan titik-titik yang membatasi DHP yaitu titik A dia peroleh dari mensubstitusikan nilai $x = 100$ ke persamaan $x + y = 460$ dan ketemu nilai $y = 360$, kemudian titik B yaitu $(100,150)$, titik C ketemu $(150,150)$ dan titik D dia peroleh dari mensubstitusikan nilai $x = 150$ ke persamaan $x + y = 460$ dan ketemu nilai $y = 310$ [HMM1.TO1]. Selanjutnya HM mensubstitusi titik-titik optimum yang telah ditentukan ke dalam fungsi tujuan yang dia tuliskan yaitu $f(x, y) = 10.000x + 5.000y$ dan mendapatkan nilai maksimum 3.050.000 [HMM1.TO2]. Kemudian HM memberikan kesimpulan bahwa banyak

sepatu yang harus diproduksi untuk keuntungan maksimum adalah 150 sepatu laki-laki dan 310 sepatu perempuan [HMM1.TS].

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara HM pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut petikan wawancara yang dilakukan peneliti (P) dengan HM pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
- HM : *Yang pertama ada seorang pemilik toko sepatu, dia ingin mengisi toko sepatunya dengan dua jenis sepatu yaitu sepatu laki-laki dan sepatu perempuan. Nah disitu saya misalkan sepatu laki-laki sebagai variabel x dan sepatu perempuan sebagai variabel y , kemudian disitu tertulis sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang, berarti $x \geq 100$, dan sepatu wanita paling sedikit 150 pasang, berarti $y \geq 150$. Kemudian toko tersebut dapat memuat 460 pasang sepatu, jadi disitu dapat dimisalkan bahwa $x + y \leq 460$, trus sepatu laki-laki tidak boleh lebih dari 150 jadi $x \leq 150$, kemudian keuntungannya sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan sepatu perempuan Rp5.000,00, dengan fungsi tujuan $f(x,y) = 10000x + 5000y$.* [HMM1.TAJ1]
- P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
- HM : *Yang ditanyakan model matematika dan banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungan maksimal.* [HMM1.TAJ2]

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi HM menyebutkan apa yang diketahui dalam soal dan langsung menjelaskan model matematika dari masalah yang diketahui yaitu HM mengatakan bahwa dia memisalkan sepatu laki-

laki sebagai variabel x dan sepatu perempuan sebagai variabel y , kemudian sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang, berarti $x \geq 100$, dan sepatu wanita paling sedikit 150 pasang, berarti $y \geq 150$, sepatu laki-laki tidak boleh lebih dari 150 jadi $x \leq 150$ dan toko tersebut dapat memuat 460 pasang sepatu jadi, $x + y \leq 460$, kemudian keuntungannya sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan sepatu perempuan Rp5.000,00, dengan fungsi tujuan $f(x,y) = 10000x + 5000y$. [HMM1.TAJ1]. Kemudian HM juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungan maksimal [HMM1.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan HM dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
- HM : *Ya, saya menggunakan pemisalan yaitu dengan pemisalan sepatu laki-laki x dan sepatu perempuan y .* [HMM1.TAJ3]
- P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*
- HM : *Karena itu merupakan variabel keputusan yang harus kita tentukan dulu sebelum membuat model matematika. Betul gak bu? heheh.* [HMM1.TAJ4]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, MR membuat pemisalan untuk sepatu laki-laki (x) dan sepatu wanita (y) [HMM1.TAJ3]. Alasan dia menggunakan pemisalan yaitu karena pemisalan itu merupakan variabel keputusan yang harus ditentukan sebelum membuat model matematika [HMM1.TAJ4]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan HM pada tahap aksi:

- P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*

- HM : *Kendalanya yaitu sepatu laki-laki paling sedikit 100, sepatu wanita paling sedikit 150, sepatu laki-laki paling banyak 150, dan toko mampu memuat kedua sepatu sebanyak 460.* [HMM1.TAJ5]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan fungsi kendalanya?*
- HM : *Berdasarkan yang diketahui, nah berarti yang pertama fungsi kendalanya yaitu $100 \leq x \leq 150$, kemudian $y \geq 150$, dan $x + y \leq 460$, dan tidak lupa $x, y \geq 0$ yang merupakan kendala non-negatifnya.* [HMM1.TAJ6]
- P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*
- HM : *Karena disitu (menunjuk soal) dijelaskan paling sedikit dan paling banyak. Jadi, jika paling sedikit berarti menggunakan tanda pertidaksamaan lebih dari sama dengan dan jika paling banyak berarti menggunakan tanda pertidaksamaan kurang dari sama dengan.* [HMM1.TAJ7]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, HM menyebutkan apa yang menjadi kendala dalam soal tersebut berdasarkan keterangan pada soal [HMM1.TAJ5]. Kemudian HM menyebutkan fungsi kendala dalam soal tersebut adalah $100 \leq x \leq 150, y \geq 150$, dan $x + y \leq 460$, dan tidak lupa $x, y \geq 0$ yang merupakan kendala non-negatifnya [HMM1.TAJ6]. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu karena diketahui paling sedikit dan paling banyak, jadi jika paling sedikit berarti menggunakan tanda pertidaksamaan lebih dari sama dengan dan jika paling banyak berarti menggunakan tanda pertidaksamaan kurang dari sama dengan. [HMM1.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
- HM : *Mencari banyak sepatu agar untung maksimal* [HMM1.TAJ8]
- P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
- HM : *Sudah dijelaskan disini (menunjuk soal) bahwa keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan* [HMM1.TAJ9]

sepatu perempuan Rp5.000,00. Jadi fungsi tujuannya $f(x, y) = 10000x + 5000y$

Berdasarkan wawancara di atas, HM menyebutkan bahwa tujuan soal tersebut untuk mencari banyak sepatu agar untung maksimal [HMM1.TAJ8] dan karena diketahui dalam soal keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000 dan wanita Rp5.000 maka dia menjelaskan bahwa fungsi tujuan dalam soal tersebut adalah $f(x, y) = 10000x + 5000y$ [HMM1.TA9].

Pada tahap aksi HM menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan benar serta dapat menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan dengan tepat. HM juga mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses (TP)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan HM pada tahap proses:

- P : *Apa langkah kamu selanjutnya untuk menyelesaikan soal tersebut? Coba jelaskan langkah-langkahnya!*
- HM : *Nah langkah selanjutnya yaitu menggambar grafiknya.* [HMM1.TPJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menggambar grafik?*
- HM : *Cara menggambar grafik terlebih dahulu dicari titik-titik x dan y nya. Kemudian titik-titik tersebut digambar dalam diagram cartesius sehingga membentuk grafik. Berarti dari soal tersebut titik-titiknya yaitu $x = 100, x = 150, y = 150$ terus pertidaksamaan $x + y \leq 460$ dicari titiknya* [HMM1.TPJ2]

- dengan memisalkan $x = 0$ dan $y = 0$ dan ketemu $(0,460), (460,0)$.
- P : *Mengapa kamu tidak menuliskan titik-titik potongnya dalam lembar jawaban mu?*
- HM : *Ya karena sudah jelas bu bagi saya. Tidak perlu [HMM1.TPJ3] ditulis cukup diangan-angan saja. Hehehe..*

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, HM menjelaskan langkah selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menggambar grafik [HMM1.TPJ1]. HM menjelaskan langkah dalam menggambar grafik yaitu dicari titik-titik x dan y nya kemudian digambar ke dalam diagram cartesius sehingga membentuk grafik, berarti dari soal tersebut titik-titiknya yaitu $x = 100, x = 150, y = 150$, pertidaksamaan $x + y \leq 460$ dicari titiknya dengan memisalkan $x = 0$ dan $y = 0$ dan ketemu $(0,460), (460,0)$ [HMM1.TPJ2]. HM tidak menuliskan titik-titik potongnya dalam lembar jawaban karena titik-titik yang sudah dia tentukan sudah berada diangan-angan [HMM1.TPJ3]. Dalam hal ini HM menentukan titik-titik tersebut dalam imajinasi. Berikut cuplikan wawancara lanjutan dengan HM pada tahap proses:

- P : *Bagaimana kamu menentukan DHP dari grafik yang telah kamu gambar?*
- HM : *Cara menentukan DHP nya yaitu dengan mengarsir [HMM1.TPJ4] grafik sesuai dengan pertidaksamaan. Jika pertidaksamaannya kurang dari maka DHP nya di bawah dan yang diarsir yang di atas. Nah jika pertidaksamaannya lebih dari maka DHP nya di atas dan yang diarsir yang di bawah. Nah dari situ DHP nya berarti daerah yang bersih dari arsiran.*
- P : *Dapatkah kamu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan dengan menggunakan metode lain selain yang kamu gunakan?*
- HM : *Maksudnya yang bagaimana bu? Kayaknya saya [HMM1.TPJ5] belum bisa dan belum pernah tau cara lain dalam menentukan nilai optimum.*

Berdasarkan wawancara lanjutan di atas, HM menjelaskan langkah dia dalam menentukan DHP yaitu dengan mengarsir grafik sesuai dengan pertidaksamaan, jika pertidaksamaannya kurang dari maka DHP nya di bawah dan yang diarsir yang di atas dan jika pertidaksamaannya lebih dari maka DHP nya di atas dan dan yang diarsir yang di bawah, maka DHP nya berarti daerah yang bersih dari arsiran [HMM1.TPJ4]. Dalam menentukan nilai optimum HM menjelaskan bahwa dia masih belum mampu untuk menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan cara lain selain cara yang dia pergunakan dan dia juga belum pernah tau cara lain selian yang dia gunakan [HMM1.TPJ5]

Pada tahap proses HM mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dengan benar dan mampu menentukan daerah himpunan penyelesaiannya. HM juga mampu menyatakan kembali langkah-langkah nya dalam menggambarkan grafik dan menentukan DHP nya dengan jelas. Dalam menentukan titik-titik potong untuk menggambar grafik, HM melakukannya dalam inamjinasi dan tidak menuliskannya. Pada tahap proses HM juga mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif dengan menggunakan metode yang telah diajarkan, namun belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Berikut adalah wawancara yang dilakukan peneliti dengan HM pada tahap objek:

P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik optimumnya?*

- HM : *Titik-titik optimumnya dicari berdasarkan gambar [HMM1.TOJ1] grafik ini bu (nunjuk gambar). Dari grafik tersebut saya namai titiknya dengan titik A, B, C, dan D. Titik A saya peroleh dari mensubtitusikan nilai $x = 100$ ke persamaan $x + y = 460$ sehingga ketemu $y = 360$. Titik B nya (100,150), titik C nya (150,150) dan titik D dengan menubtitusi $x = 150$ ke dalam persamaan $x + y = 460$ jadi ketemu nya (150,310).*
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan nilai optimumnya?*
- HM : *Titik A, B, C, dan D tadi disubtitusikan ke dalam [HMM2.TOJ2] fungsi tujuan yaitu $f(x,y) = 10000x + 5000y$ sehingga ketemu keuntungan maksimalnya yaitu Rp3.050.000. Jadi, bisa ditentukan banyak sepatunya..*

Berdasarkan wawancara di atas, HM menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan titik-titik optimumnya yaitu dilihat berdasarkan gambar grafik yang telah dia buat sebelumnya dan dia juga menjelaskan titik titik tersebut yaitu titik A (100,360), titik B (100,150), titik C (150,150), dan titik D (150,310) [HMM1.TOJ1]. HM juga menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan nilai optimum yaitu titik A,B,C, dan D disubtitusikan ke dalam fungsi tujuan $f(x,y) = 10000x + 5000y$, sehingga ketemu nilai maksimalnya yaitu Rp3.050.000,00. Jadi bisa ditentukan banyak sepatunya [HMM1.TOJ2].

Pada tahap objek HM mampu menentukan titik-titik optimum dari suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik Daerah Himpunan Penyelesaian, serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan titik-titik tersebut dengan tepat dan benar. HM mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan nilai tersebut dengan benar.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Skema

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek HM pada tahap skema:

- P : *Apa kesimpulan jawaban dari soal yang kamu kerjakan?*
- HM : *Kesimpulannya, untuk mendapatkan untung maksimal, maka banyak sepatu laki-lakinya 150 dan sepatu perempuannya 310.* [HMM1.TSJ1]
- P : *Apakah jawabanmu sudah benar dan sesuai dengan apa yang ditanyakan?*
- HM : *Saya yakin sudah benar bu...heheh* [HMM1.TSJ2]
- P : *Coba Jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- HM : *Ya yang pertama kita harus menulis diketahui seperti yang tadi, kemudian ditanyakan yaitu banyak sepatu yang harus diproduksi agar mencapai keuntungan maksimal. Kemudian dijawab, yang pertama kita harus menentukan titik-titik agar bisa menggambar diagram cartesius, dan setelah titik-titiknya ketemu kita gambar grafiknya, kemudian ada sumbu x sumbu y dan titik nol, kemudian digaris. Setelah itu ditentukan DHP nya, setelah menemukan titik-titik optimumnya, dimasukkan ke fungsi tujuan, nah disitu kita bisa melihat berapa nilai yang paling tinggi dan berapa nilai yang paling rendah.* [HMM1.TSJ3]

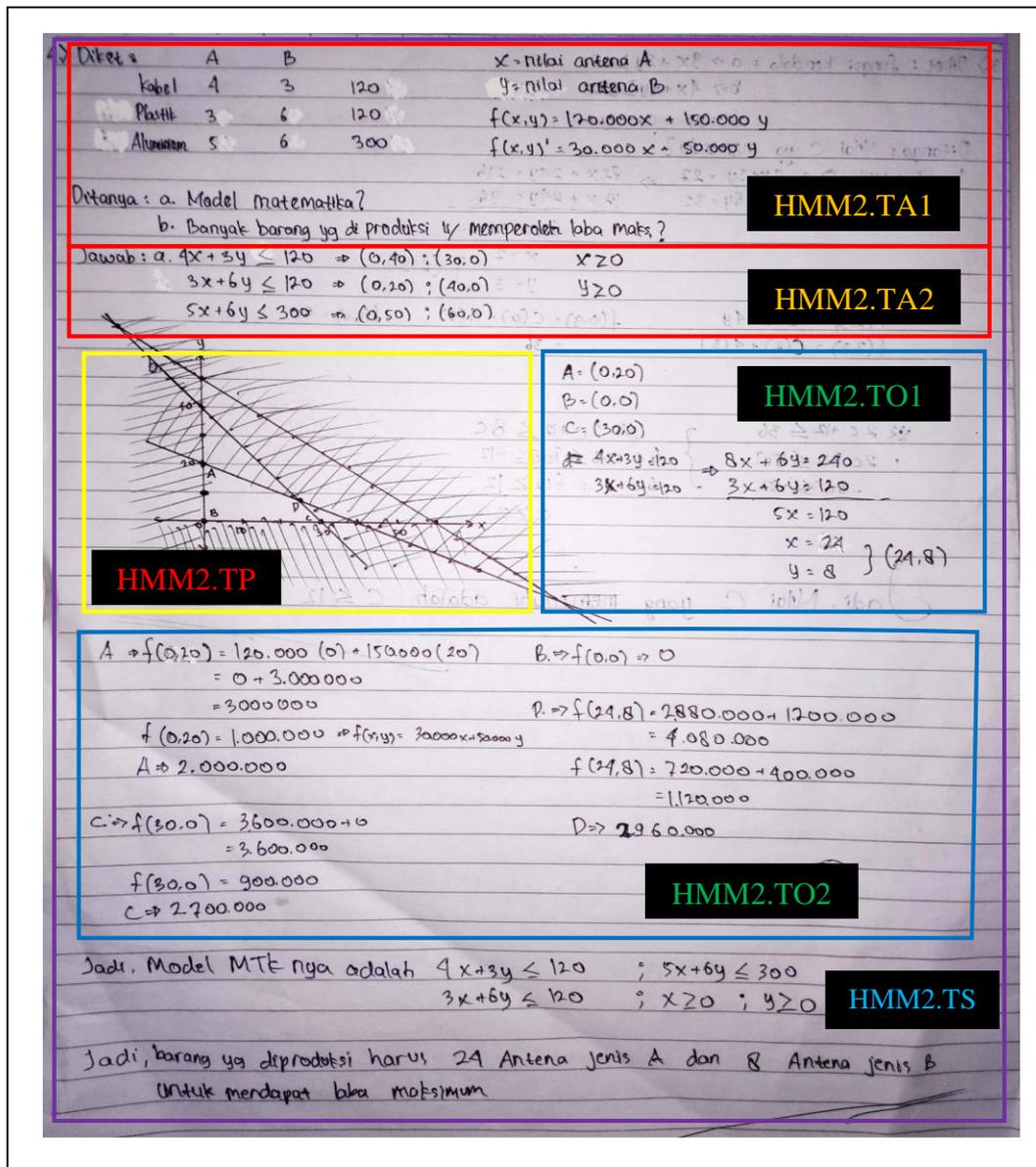
Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, HM mampu menyatakan ulang kesimpulan hasil jawaban yang telah dia peroleh yaitu untuk mendapatkan untung maksimal maka banyak sepatu laki-lakinya 150 dan sepatu perempuannya 310 [HMM1.TSJ1]. HM juga sudah yakin bahwa jawaban yang dia peroleh dan kesimpulan yang dia tulis sudah sesuai dengan apa yang ditanyakan dalam soal [HMM1.TSJ2]. Kemudian HM mampu menjelaskan kembali langkah-langkah yang dia lakukan dalam menyelesaikan soal tersebut yaitu yang pertama harus

menulis diketahui, kemudian ditanyakan, kemudian dijawab, yang pertama harus menentukan titik-titik agar bisa menggambar diagram cartesius, dan setelah titik-titiknya ketemu digambar grafiknya, kemudian ada sumbu x sumbu y dan titik nol, kemudian digaris, setelah itu ditentukan DHP nya, setelah menemukan titik-titik optimumnya, dimasukkan ke fungsi tujuan kemudian bisa melihat berapa nilai yang paling tinggi dan berapa nilai yang paling rendah. [HMM1.TSJ3].

Pada tahap skema HM mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

4. Paparan data hasil tes dan wawancara HM dalam menyelesaikan

Masalah 2



Gambar 4.4 Jawaban HM Pada Masalah 2

Berdasarkan gambar 4.4 terlihat bahwa HM menuliskan apa yang diketahui dalam soal yaitu antena A membutuhkan 4m kabel, 3 ons plastik, dan 5 ons aluminium, sedangkan antena B membutuhkan 3m kabel, 6 ons plastik, dan 6 ons aluminium, persediaan untuk kabel 120m, plastik 120 ons, aluminium 300 ons, HM

memisalkan x sebagai antenna A, y sebagai antenna B, kemudian $f(x,y) = 100.000x + 150.000y$ dan $f(x,y) = 30.000x + 50.000y$ dan HM juga menuliskan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyak barang yang diproduksi untuk memperoleh laba maksimum [HMM2.TA1]. Dalam menuliskan apa yang diketahui, HM belum mampu menuliskan secara lengkap apa yang diketahui yaitu pemesanan produk minimal 10 unit. Langkah selanjutnya HM memanfaatkan gagasan-gagasan yang diketahui dan ditanyakan dalam soal tersebut untuk membuat suatu model matematika yang nantinya digunakan untuk menjawab soal yang ada dalam M2. Model matematika yang dituliskan HM yaitu $4x + 3y \leq 120$, $3x + 6y \leq 120$, $5x + 6y \leq 300$, $x \geq 0$, $y \geq 0$ [HMM2.TA2]. Dari model matematika yang telah ditentukan, HM menuliskan titik-titik potong yang kemudian langkah selanjutnya HM menggambar grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dalam sebuah diagram cartesius kemudian dia menentukan Daerah Himpunan Penyelesaiannya yang mana titik-titik yang membatasi DHP oleh HM diberi nama titik A, B, C, dan D [HMM2.TP]. Selanjutnya HM mensubstitusi titik A, B, C, dan D ke fungsi $f(x,y) = 120.000x + 150.000y$ dan $f(x,y) = 30.000x + 50.000y$ kemudian mengurangkan hasil dari substitusi ke dua fungsi tersebut untuk mendapatkan keuntungan maksimum [HMM2.TO2]. Selanjutnya HM memberikan kesimpulan yang pertama model matematikanya adalah $4x + 3y \leq 120$, $3x + 6y \leq 120$, $5x + 6y \leq 300$, $x \geq 0$, $y \geq 0$ dan barang yang diproduksi harus 24 antenna jenis A dan 8 antenna jenis B untuk mendapat laba maksimu [HMM2.TS].

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara HM pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut petikan wawancara yang dilakukan peneliti (P) dengan HM pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
- HM : *Yang diketahui sebuah PT akan memproduksi 2 antena A dan B dengan antena A membutuhkan 4 kabel, 3 plastik, dan 5 aluminium. Antena B membutuhkan 3 kabel, 6 plastik, dan 6 aluminium. Nah kabel yang tersedia ada 120 m, plastik 120 kg, aluminium juga begitu 300 kg. Kemudian diketahui juga pemesanan minimal 10.* [HMM2.TAJ1]
- P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
- HM : *Nah disini yang ditanyakan yang pertama adalah model matematika dan yang kedua adalah banyak antena yang diproduksi untuk memperoleh laba maksimal.* [HMM2.TAJ2]

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi HM menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu 2 antena sebuah PT akan memproduksi 2 antena A dan B dengan antena A membutuhkan 4 kabel, 3 plastik, dan 5 aluminium, antena B membutuhkan 3 kabel, 6 plastik, dan 6 aluminium, kabel yang tersedia ada 120 m, plastik 120 kg, aluminium juga begitu 300 kg, pemesanan minimal 10 [HMM2.TAJ1]. Kemudian HM juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan yang kedua adalah banyak antena yang diproduksi untuk memperoleh laba maksimal [HMM2.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan HM dalam wawancara yang dilakukan:

- P : Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?
- HM : Ya, saya menggunakan pemisalan yaitu x [HMM2.TAJ3]
merupakan nilai dari antena A dan y nilai dari antena B
- P : Mengapa kamu menggunakan pemisalan?
- HM : Karena sebelum membentuk model matematika [HMM2.TAJ4]
harus menentukan variabel keputusan dulu yaitu x dan y

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, HM membuat pemisalan yaitu x nilai dari antena A dan y nilai dari antena B [HMM2.TAJ3]. Alasan dia menggunakan pemisalan yaitu karena sebelum membentuk model matematika harus menentukan variabel keputusan dulu yaitu x dan y [HMM2.TAJ4]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan HM pada tahap aksi:

- P : Apa saja kendala dalam soal tersebut?
- HM : Kendalanya yaitu banyaknya kabel, aluminium, dan [HMM2.TAJ5]
plastik yang dibutuhkan untuk membuat antena terhadap jumlah kabel, plastik, dan aluminium yang tersedia. Sama pemesanan minimal.
- P : Bagaimana langkah kamu dalam menentukan fungsi kendalanya?
- HM : Berdasarkan kendalanya tadi, maka fungsi [HMM2.TAJ6]
kendalanya yaitu $4x + 3y \leq 120$, $3x + 6y \leq 120$, $5x + 6y \leq 300$, $x + y \geq 10$, dan tidak lupa $x \geq 0$, $y \geq 0$ yang merupakan kendala non-negatif.
- P : Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?
- HM : Karena dalam soal dituliskan bahwa bahan yang [HMM2.TAJ7]
tersedia untuk kabel 120 m, plastik 120 kg, dan aluminium 300 kg jadi tanda pertidaksamaannya kurang dari sama dengan. Dan disitu diketahui pemesanan minimal 10. Jadi paling sedikit 10. Maka tanda pertidaksamaannya menggunakan lebih dari sama dengan.

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, HM menyebutkan apa yang menjadi kendala dalam soal tersebut yaitu banyaknya kabel, aluminium, dan plastik yang dibutuhkan untuk membuat antenna terhadap jumlah kabel, plastik, dan aluminium yang tersedia, pemesanan minimal [HMM2.TAJ5]. Kemudian HM menyebutkan fungsi kendala dalam soal tersebut adalah $4x + 3y \leq 120$, $3x + 6y \leq 120$, $5x + 6y \leq 300$, $x + y \geq 10$, $x \geq 0$, $y \geq 0$ yang merupakan kendala non-negatifnya.[HMM2.TAJ6]. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu karena berdasarkan keterangan pada soal [HMM2.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
 HM : *Mencari barang yang harus diproduksi agar laba maksimum.* [HMM2.TAJ8]
 P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
 HM : *Fungsi tujuan ada 2 disini yaitu adalah untuk penjualan dan biaya produksi. Nah untuk penjualan fungsi tujuannya yaitu $f(x,y) = 120.000x + 150.000y$ dan untuk biaya produksi $f(x,y) = 30.000x + 50.000y$* [HMM2.TAJ9]

Berdasarkan wawancara di atas, HM menyebutkan bahwa tujuan soal tersebut untuk mencari barang yang harus diproduksi agar laba maksimum [HMM2.TAJ8] dan HM juga menjelaskan bahwa fungsi tujuan dalam soal tersebut ada 2 yaitu untuk penjualan $f(x,y) = 120.000x + 150.000y$ dan untuk biaya produksi $f(x,y) = 30.000x + 50.000y$ [HMM2.TAJ9].

Pada tahap aksi HM belum mampu menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan lengkap namun HM mampu menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan benar, tepat, dan lengkap. HM juga

mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika dengan benar dan tepat.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses (TP)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan HM pada tahap proses:

- P : *Apa langkah kamu selanjutnya untuk menyelesaikan soal tersebut? Coba jelaskan langkah-langkahnya!*
- HM : *Langkah saya selanjutnya yaitu menggambar grafik.* [HMM2.TPJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menggambar grafik?*
- HM : *Cara menggambar grafik kita tentukan titik-titiknya ini dulu bu (sambil nunjuk jawaban). Titik-titik tersebut diperoleh dengan memisalkan $x=0$ terus nanti ketemu y nya. Kemudian $y=0$ nanti ketemu x nya. Naahh kemudian nilai (x,y) yang sudah ketemu digambar dalam diagram cartesius.* [HMM2.TPJ2]
- P : *Bagaimana cara kamu menentukan titik-titik potongnya?kok tidak dituliskan.*
- HM : *Sudah jelas bu. jadi tidak saya tuliskan. Diangan-angan saja. Dan saya juga tidak terbiasa menuliskan caranya.* [HMM2.TPJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, HM menjelaskan langkah selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menggambar grafik [HMM2.TPJ1]. HM menjelaskan langkah dalam menggambar grafik yaitu ditentukan titik-titiknya dulu seperti yang telah dia tuliskan dalam [HMM2.TA2] kemudian digambar dalam diagram cartesius [HMM2.TPJ2]. HM tidak menuliskan langkah-langkah dalam menentukan titik-titik potongnya karena titik-titik yang sudah dia tentukan sudah berada diangan-angan dan dia tidak terbiasa menuliskan langkah-langkah dalam

menentukan titik-titiknya [HMM2.TPJ3]. Dalam hal ini HM menentukan titik-titik tersebut dalam imajinasi. Berikut cuplikan wawancara lanjutan dengan HM pada tahap proses:

- P : *Bagaimana kamu menentukan DHP dari grafik yang telah kamu gambar?*
- HM : *Cara menentukan DHP nya sama kayak soal nomor satu tadi bu yaitu dengan mengarsir grafik sesuai dengan pertidaksamaan. Jika pertidaksamaannya kurang dari maka DHP nya di bawah dan yang diarsir yang di atas. Nah jika pertidaksamaannya lebih dari maka DHP nya di atas dan dan yang diarsir yang di bawah. Nah dari situ DHP nya berarti daerah yang bersih dari arsiran.* [HMM2.TPJ4]
- P : *Dapatkah kamu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan dengan menggunakan metode lain selain yang kamu gunakan?*
- HM : *Belum bisa bu* [HMM2.TPJ5]

Berdasarkan wawancara lanjutan di atas, HM menjelaskan langkah dia dalam menentukan DHP yaitu dengan mengarsir grafik sesuai dengan pertidaksamaan, jika pertidaksamaannya kurang dari maka DHP nya di bawah dan yang diarsir yang di atas dan jika pertidaksamaannya lebih dari maka DHP nya di atas dan dan yang diarsir yang di bawah, kemudian DHP nya berarti daerah yang bersih dari arsiran [HMM2.TPJ4]. Dalam menentukan nilai optimum HM menjelaskan bahwa dia masih belum mampu untuk menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan cara lain selain cara yang dia pergunakan [HMM2.TPJ5]

Pada tahap proses HM mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dengan benar dan mampu menentukan daerah himpunan penyelesaiannya. HM juga mampu menyatakan kembali langkah-langkah nya dalam menggambarkan grafik dan menentukan DHP nya dengan jelas. Dalam

menentukan titik-titik potong untuk menggambar grafik, HM melakukannya dalam inamjinasi dan tidak terbiasa menuliskannya. Pada tahap proses HM juga mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif dengan menggunakan metode yang telah diajarkan, namun belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Berikut adalah wawancara yang dilakukan peneliti dengan HM pada tahap objek:

- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik optimumnya?*
- HM : *Titik-titik optimumnya dicari berdasarkan gambar grafik ini bu (nunjuk gambar). Titik-titik itu dicari berdasarkan DHP nya dan ada 4 titik yang saya namai dengan titik A, B, C, D. Nah disitu, saya menentukan titik-titik tersebut. Nah disini ada titik dari dua garis yang berpotongan. Nah jika terpotong seperti itu maka titik-titiknya dicari menggunakan SPLDV dengan eliminasi dan substitusi. Jadi titik-titiknya ketemu A (0,20), B (0,0), C (30,0), dan D (24,8).* [HMM2.TOJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan nilai optimumnya?*
- HM : *Titik A, B, C, dan D tadi disubstitusikan ke dalam fungsi tujuan yaitu $f(x,y) = 120.000x + 150.000y$ dan $f(x,y) = 30.000x + 50.000y$, kemudian hasilnya dikurangi dan nanti ketemu laba maksimum yang ternyata berada di titik D yaitu dengan keuntungan Rp2.960.000 yang diperoleh dari Rp4.080.000 – Rp1.120.000* [HMM2.TOJ2]

Berdasarkan wawancara di atas, HM menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan titik-titik optimumnya yaitu berdasarkan gambar yang telah dia buat, kemudian HM menyebutkan bahwa titik-titik optimumnya yaitu A (0,20), B (0,0),

$C (30,0)$, dan $D (24,8)$ [HMM2.TOJ1]. HM juga menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan nilai optimum yaitu titik A, B, C, dan D disubstitusikan ke dalam fungsi tujuan yaitu $f(x,y) = 120.000x + 150.000y$ dan $f(x,y) = 30.000x + 50.000y$, kemudian hasilnya dikurangi dan didapatkan laba maksimum yang ternyata berada di titik D yaitu dengan keuntungan Rp2.960.000 yang diperoleh dari Rp4.080.000 – Rp1.120.000 [HMM2.TOJ2].

Pada tahap objek HM mampu menentukan titik-titik optimum dari suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik Daerah Himpunan Penyelesaian, serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan titik-titik tersebut dengan tepat dan benar. HM mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan nilai tersebut dengan benar.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Skema

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek HM pada tahap skema:

- P : *Apa kesimpulan jawaban dari soal yang kamu kerjakan?*
- HM : *Kesimpulannya, model matematika yang terbentuk yaitu seperti yang diatas ini tadi (nunjuk jawaban) dan barang yang harus diproduksi adalah 24 antena jenis A dan 8 antena jenis B.* [HMM2.TSJ1]
- P : *Apakah jawabanmu sudah benar dan sesuai dengan apa yang ditanyakan?*
- HM : *Saya yakin sudah benar bu* [HMM2.TSJ2]
- P : *Coba Jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*

HM : *Yang pertama kita harus memahami maksud soal terlebih dahulu, kemudian menentukan yang diketahui, yang diketahui itu seperti yang sudah saya sampaikan, kemudian ditanya juga seperti yang sudah saya sampaikan. Kemudian dijawab, nah dijawab tersebut yang pertama agar kita mudah kita harus menentukan model matematikanya dulu, nah setelah kita tuliskan kita menentukan titik-titik x dan y agar mempermudah kita menggambar diagram kartesius. Nah kemudian kita menggambar diagramnya dan menentukan DHP nya, setelah DHP ketemu maka kita harus menentukan titik optimumnya, nah titik-titik optimum tersebut kita cari titiknya dan kemudian dimasukkan ke fungsi tujuan, setelah dimasukkan ke fungsi tujuan akan ketemu nilai optimumnya, disitu kan yang ditanya laba maksimum berarti dicari yang nilainya paling tinggi.* [HMM2.TSJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, HM mampu menyatakan ulang kesimpulan hasil jawaban yang telah dia peroleh yaitu model matematika seperti yang telah dia tulis dalam [HMM2.TS] dan barang yang harus diproduksi adalah 24 antenna jenis A dan 8 antenna jenis B [HMM2.TSJ1]. HM juga sudah yakin bahwa jawaban yang dia peroleh dan kesimpulan yang dia tulis sudah sesuai dengan apa yang ditanyakan dalam soal [HMM2.TSJ2]. Kemudian HM mampu menjelaskan kembali langkah-langkah yang dia lakukan dalam menyelesaikan soal tersebut yaitu harus memahami maksud soal, kemudian menentukan yang diketahui, kemudian ditanya, dijawab, kemudian menentukan model matematikanya, setelah itu menentukan titik-titik x dan y agar mempermudah dalam menggambar diagram kartesius, kemudian menggambar diagramnya dan menentukan DHP nya, setelah DHP ketemu maka harus menentukan titik optimumnya, titik-titik optimum tersebut dicari titiknya dan kemudian dimasukkan ke fungsi tujuan, setelah

dimasukkan ke fungsi tujuan akan ketemu nilai optimumnya, dan yang ditanya laba maksimum berarti dicari yang nilainya paling tinggi [HMM2.TSJ3].

Pada tahap skema HM mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

Berdasarkan paparan data di atas dapat diketahui indikator pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan teori APOS pada MR dan HM dalam menyelesaikan M1 dan M2 yang akan disajikan dalam Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Pemahaman Konsep Matematis Siswa Berkemampuan Tinggi Berdasarkan Teori APOS

Tahap	Indikator Pemahaman Konsep Berdasarkan Teori APOS		
	Subjek MR	Subjek HM	Subjek Berkemampuan Tinggi
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menuliskan dan menjelaskan dengan benar apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. ✓ Mampu menentukan dan menjelaskan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menuliskan dan menjelaskan dengan benar apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. ✓ Mampu menentukan dan menjelaskan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menuliskan dan menjelaskan dengan benar apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. ✓ Mampu menentukan dan menjelaskan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan fungsi tujuan

	kendala non-negatif, dan fungsi tujuan yang dituangkan dalam model matematika.	kendala non-negatif, dan fungsi tujuan yang dituangkan dalam model matematika.	yang dituangkan dalam model matematika.
Proses	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear dengan benar dan tepat. ✓ Mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaian dengan benar dan tepat. ✓ Mampu menjelaskan langkah-langkah dalam menggambar grafik dan menentukan DHP dengan jelas. ✓ Mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode yang telah diajarkan sebelumnya. ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear dengan benar dan tepat. ✓ Mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaian dengan benar dan tepat. ✓ Mampu menjelaskan langkah-langkah dalam menggambar grafik dan menentukan DHP dengan jelas. ✓ Mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode yang telah diajarkan sebelumnya. ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear dengan benar dan tepat. ✓ Mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaian dengan benar dan tepat. ✓ Mampu menjelaskan langkah-langkah dalam menggambar grafik dan menentukan DHP dengan jelas. ✓ Mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode yang telah diajarkan sebelumnya. ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.
Objek	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan Daerah Himpunan Penyelesaian ✓ Mampu menentukan nilai 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan Daerah Himpunan Penyelesaian ✓ Mampu menentukan nilai 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan Daerah Himpunan Penyelesaian ✓ Mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan

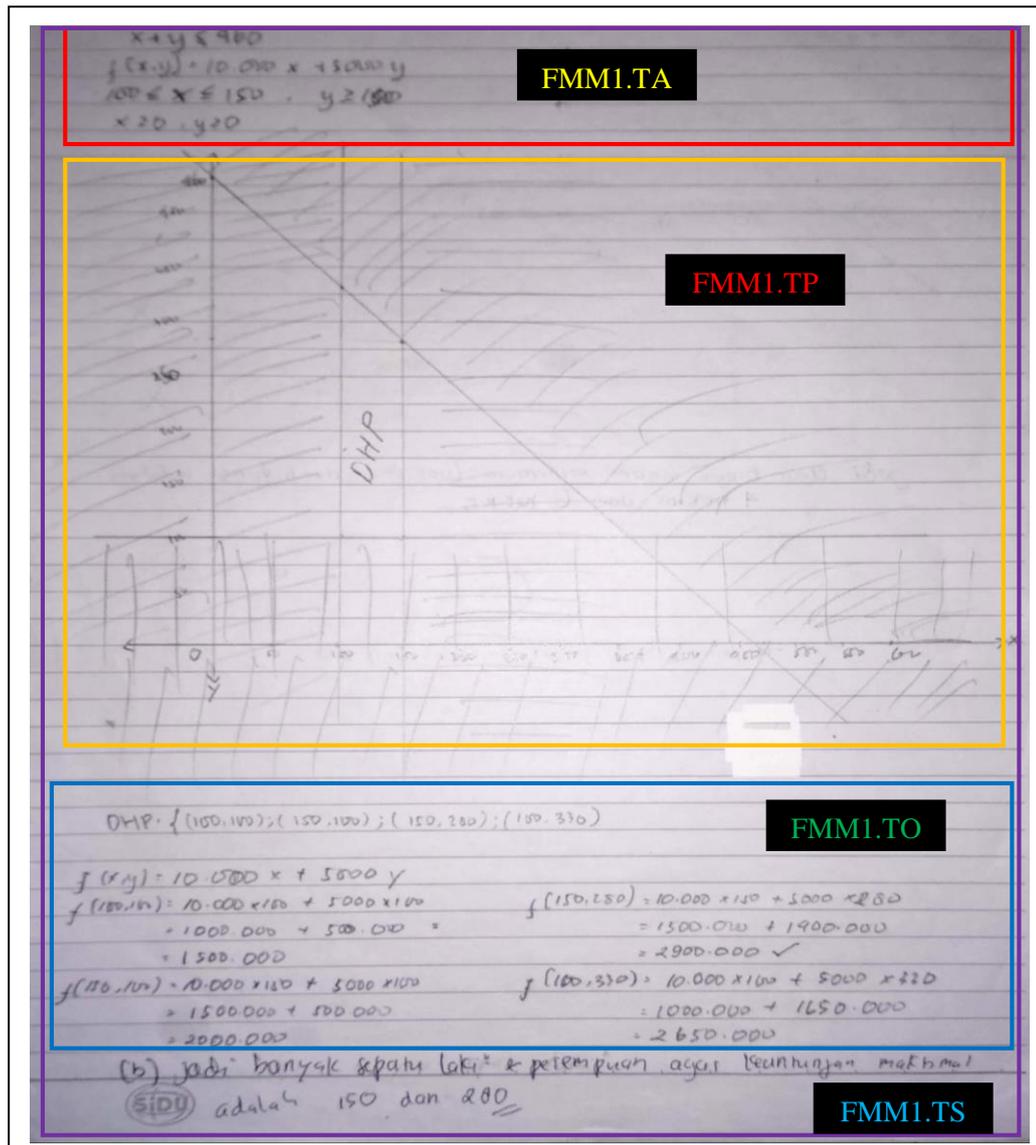
	<p>optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.</p>	<p>optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.</p>	<p>berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.</p>
Skema	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika. ✓ Mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear. ✓ Mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat sesuai prosedur. ✓ Mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan benar menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan. ✓ Mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika. ✓ Mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear. ✓ Mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat sesuai prosedur. ✓ Mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan benar menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan. ✓ Mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika. ✓ Mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear. ✓ Mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat sesuai prosedur. ✓ Mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan benar menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan. ✓ Mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

B. Paparan Data Hasil Tes dan Wawancara Pemahaman Konsep Matematis

Siswa Berdasarkan Teori APOS Pada Subjek Berkemampuan Sedang

1. Paparan data hasil tes dan wawancara FM dalam menyelesaikan

Masalah 1



Gambar 4.5 Jawaban FM Pada Masalah 1

Berdasarkan gambar 4.5 terlihat bahwa FM tidak menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan melainkan langsung menuliskan model matematika dari

M1 yaitu $x + y \leq 460$, $f(x, y) = 10.000x + 5.000y$, $100 \leq x \leq 150$, $x \geq 0$, $y \geq 0$ [FMM1.TA]. Langkah selanjutnya FM menggambar grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dalam sebuah diagram cartesius kemudian dia menentukan Daerah Himpunan Penyelesaiannya [FMM1.TP]. Kemudian FM menuliskan titik-titik yang membatasi DHP yaitu titik (100,100), (150,100), (150,280), (100,330) [FMM1.TO1]. Selanjutnya FM mensubstitusi titik-titik optimum yang telah ditentukan ke dalam fungsi tujuan $f(x, y) = 10.000x + 5.000y$ dan mendapatkan nilai maksimum 2.900.000 [FMM1.TO2]. Kemudian FM memberikan kesimpulan bahwa banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungan maksimal adalah 150 dan 280 [FMM1.TS].

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara FM pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut petikan wawancara yang dilakukan peneliti (P) dengan FM pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
 FM : *Yang diketahui yaitu sebuah toko ingin mengisi sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang dan sepatu perempuan 150 pasang, nah toko tersebut diketahui hanya mampu memuat 460 pasang sepatu. Dari situ dihitung per sepatu laki-laki untungnya Rp10.000,00 dan sepatu perempuan Rp5.000,00. Oleh toko banyak sepatu laki-laki itu dibatasi tidak boleh melebihi 150 pasang.* [FMM1.TAJ1]
 P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*

FM : *Ditanyakan model matematika dan banyaknya [FMM1.TAJ2] sepatu laki-laki dan perempuan jika ingin memiliki keuntungan maksimal.*

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi FM menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang dan sepatu perempuan 150 pasang, toko hanya mampu memuat 460 pasang sepatu, sepatu laki-laki untungnya Rp10.000,00 dan sepatu perempuan Rp5.000,00, banyak sepatu laki-laki itu dibatasi tidak boleh melebihi 150 pasang [FMM1.TAJ1]. Kemudian FM juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyaknya sepatu laki-laki dan perempuan jika ingin memiliki keuntungan maksimal [FMM1.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan FM dalam wawancara yang dilakukan:

P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*

FM : *Ya, saya menggunakan pemisalan yaitu x dan y . [FMM1.TAJ3]*

P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*

FM : *Hehehe belum bu. Maksud saya x itu sepatu laki-laki [FMM1.TAJ4] dan y itu sepatu wanita. Tapi saya malas menuliskannya. Saya tidak terbiasa menuliskan seperti itu.*

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, FM membuat pemisalan x dan y [FMM1.TAJ3]. akan tetapi pemisalan tersebut masih belum jelas menyatakan apa, namun FM menjelaskan bahwa x menyatakan sepatu laki-laki dan y sepatu wanita, dan FM tidak terbiasa menuliskan pemisalan x dan y [FMM1.TAJ4]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan FM pada tahap aksi:

P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*

- FM : *Kendalanya sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang dan sepatu perempuan 150 pasang, toko hanya mampu memuat 460 pasang sepatu, sepatu laki-laki dibatasi tidak boleh melebihi 150 pasang.* [FMM1.TAJ5]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan fungsi kendalanya?*
- FM : *Saya memisalkan x untuk sepatu laki-laki dan y untuk sepatu perempuan. Nah disitu berarti $x + y \leq 460$, dengan $x \geq 100$ dan $y \geq 150$. Nah disini terdapat banyak sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150, jadi $x \geq 100$ dan $x \leq 150$, dan tidak lupa $x, y \geq 0$.* [FMM1.TAJ6]
- P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*
- FM : *Karena disitu (nunjuk soal) diketahui paling sedikit 100 pasang dan 150 pasang. Jadi menggunakan tandanya lebih dari. Lalu disitu juga dituliskan hanya memuat 460 jadi tandanya menggunakan kurang dari.* [FMM1.TAJ7]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, FM menyebutkan apa yang menjadi kendala dalam soal tersebut yaitu sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang dan sepatu perempuan 150 pasang, toko hanya mampu memuat 460 pasang sepatu, sepatu laki-laki dibatasi tidak boleh melebihi 150 pasang [FMM1.TAJ5]. Kemudian FM menyebutkan fungsi kendala dalam soal tersebut adalah $x + y \leq 460$, dengan $y \geq 150$, $x \geq 100$ dan $x \leq 150$, juga tidak lupa dengan $x, y \geq 0$ [FMM1.TAJ6]. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu berdasarkan keterangan pada soal karena diketahui paling sedikit jadi menggunakan tanda lebih dari dan diketahui hanya memuat 460 jadi tandanya kurang dari [FMM1.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
- FM : *Mencari Banyaknya sepatu laki-laki dan perempuan jika ingin memiliki keuntungan maksimal* [FMM1.TAJ8]
- P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*

FM : *Disoal tertulis keuntungan sepatu laki-laki 10000 [FMM1.TAJ9] dan sepatu perempuan 5000. Lalu fungsi tujuannya $f(x,y) = 10000x + 5000y$*

Berdasarkan wawancara di atas, FM menyebutkan bahwa tujuan soal tersebut untuk mencari sepatu laki-laki dan perempuan jika toko ingin memiliki keuntungan maksimal [FMM1.TAJ8] dan karena diketahui dalam soal keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000 dan wanita Rp5.000 maka dia menjelaskan bahwa fungsi tujuan dalam soal tersebut adalah $f(x, y) = 10000x + 5000y$ [FMM1.TAJ9].

Pada tahap aksi FM tidak menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal, namun FM dapat menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan dengan tepat. FM mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses (TP)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan FM pada tahap proses:

- P : *Apa langkah kamu selanjutnya untuk menyelesaikan soal tersebut? Coba jelaskan langkah-langkahnya!*
- FM : *Nah langkah selanjutnya yaitu menggambar [FMM1.TPJ1] grafiknya.*
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menggambar grafik?*
- FM : *Cara menggambar grafik terlebih dahulu dicari [FMM1.TPJ2] titik-titik x dan y nya. Kemudian titik-titik tersebut digambar dalam diagram cartesius sehingga membentuk grafik.*
- P : *Mengapa kamu tidak menuliskan titik-titik potongnya dalam lembar jawaban mu?*
- FM : *Saya malas menuliskannya bu [FMM1.TPJ3]*

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, FM menjelaskan langkah selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menggambar grafik [FMM1.TPJ1]. FM menjelaskan langkah dalam menggambar grafik yaitu dicari titik-titik x dan y nya, kemudian titik-titik tersebut digambar dalam diagram cartesius sehingga membentuk grafik [FMM1.TPJ2]. Dalam hal ini MR menentukan titik-titik tersebut dalam imajinasi dan malas untuk menuliskannya [FMM1.TPJ3]. Berikut cuplikan wawancara lanjutan dengan FM pada tahap proses:

- P : *Bagaimana kamu menentukan DHP dari grafik yang telah kamu gambar?*
- FM : *Dengan mengarsir grafik sesuai dengan pertidaksamaan. Jika tanda pertidaksamaannya kurang dari maka yang diarsir yang di atas. Nah jika tanda pertidaksamaannya lebih dari maka yang diarsir yang di bawah. Nah dari situ DHP nya berarti daerah yang bersih dari arsiran.* [FMM1.TPJ4]
- P : *Dapatkah kamu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan dengan menggunakan metode lain selain yang kamu gunakan?*
- FM : *Kayaknya saya belum bisa bu..heheh* [FMM1.TPJ5]

Berdasarkan wawancara lanjutan di atas, FM menjelaskan langkah dia dalam menentukan DHP yaitu dengan mengarsir grafik sesuai dengan pertidaksamaan, jika tanda pertidaksamaannya kurang dari maka yang diarsir yang di atas, jika tanda pertidaksamaannya lebih dari maka yang diarsir yang di bawah berarti DHP nya daerah yang bersih dari arsiran [FMM1.TPJ4]. Dalam menentukan nilai optimum FM menjelaskan bahwa dia masih belum mampu untuk menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan cara lain selain cara yang dia pergunakan [FMM1.TPJ5]

Pada tahap proses FM mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dengan benar dan mampu menentukan daerah himpunan penyelesaiannya. FM juga mampu menyatakan kembali langkah-langkahnya dalam menggambarkan grafik dan menentukan DHPnya dengan jelas. Dalam menentukan titik-titik potong untuk menggambar grafik, FM melakukannya dalam imajinasi dan tidak menuliskannya. Pada tahap proses FM juga mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif dengan menggunakan metode yang telah diajarkan, namun belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Berikut adalah wawancara yang dilakukan peneliti dengan FM pada tahap objek:

- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik optimumnya?*
- FM : *Titik-titik optimumnya dicari berdasarkan titik yang membatasi DHP. Ini titik-titik optimumnya hanya saya kira-kira saja. Jadi ketemu titik-titiknya yaitu (100,100), (150,100), (150,280), (100,330)* [FMM1.TOJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan nilai optimumnya?*
- FM : *Dengan memasukkan titik-titik tadi ke dalam fungsi tujuan $f(x, y) = 10000x + 5000y$. Sehingga ketemu keuntungan maksimal 2.900.000.* [FMM2.TOJ2]

Berdasarkan wawancara di atas, FM menentukan titik-titik optimumnya hanya berdasarkan kira-kira bukan dengan perhitungan yang jelas dan sistematis dan titik-titik tersebut yaitu (100,100), (150,100), (150,280), (100,330) [FMM1.TOJ1]. FM juga menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan nilai

optimum yaitu titik-titik yang sudah dicari kemudian disubstitusi ke dalam fungsi tujuan $f(x,y) = 10000x + 5000y$, sehingga ketemu nilai maksimalnya yaitu 2.900.000 [FMM1.TOJ2].

Pada tahap objek FM belum mampu menentukan titik-titik optimum dari suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik Daerah Himpunan Penyelesaian, namun FM mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan titik-titik tersebut. FM belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan nilai optimum.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Skema

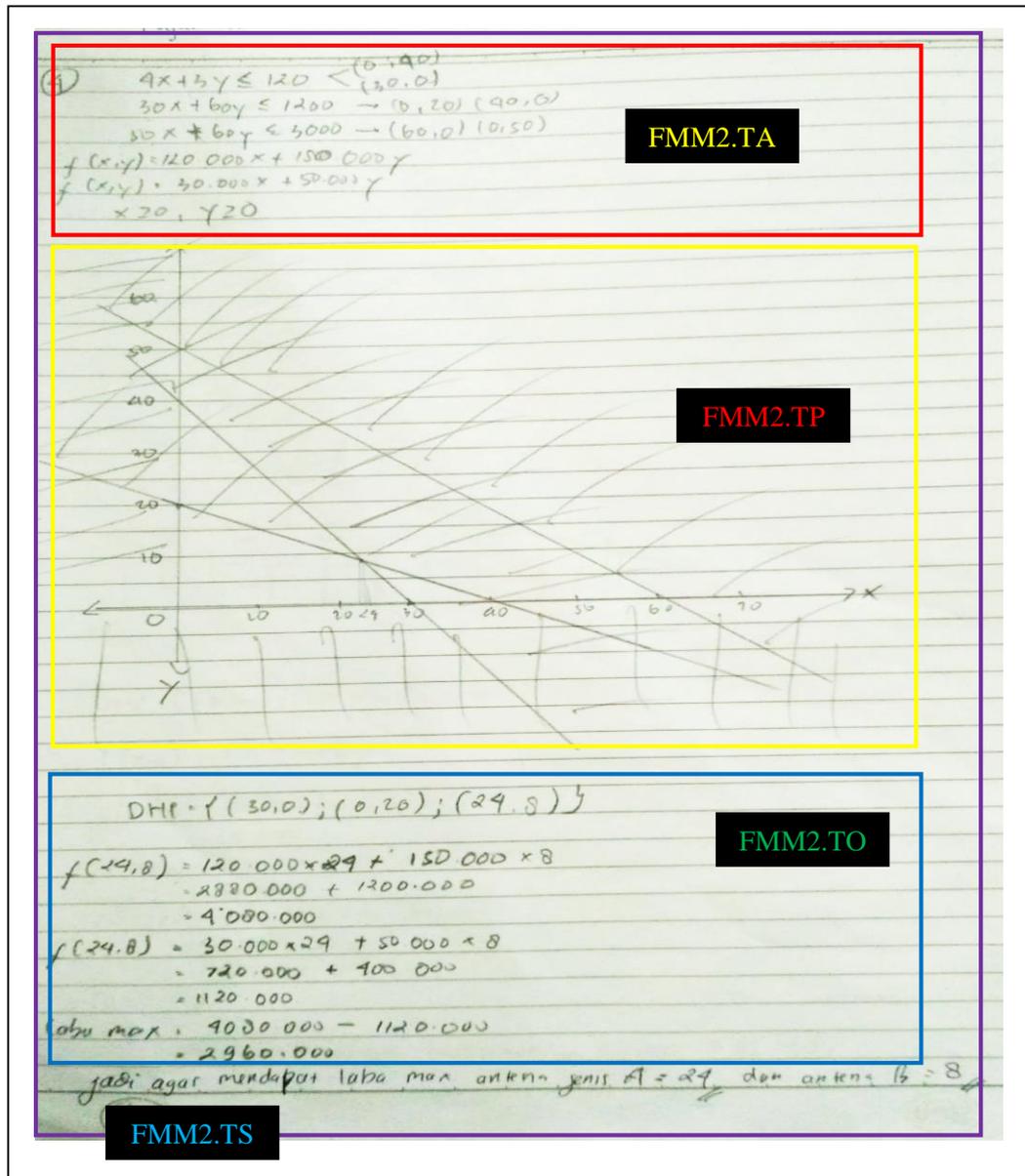
Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek FM pada tahap skema:

- P : *Apa kesimpulan jawaban dari soal yang kamu kerjakan?*
- FM : *Kesimpulannya, banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungan maksimal adalah 150 dan 280.* [FMM1.TSJ1]
- P : *Apakah jawabanmu sudah benar dan sesuai dengan apa yang ditanyakan?*
- FM : *Gak tau ya bu. Hehehe* [FMM1.TSJ2]
- P : *Coba Jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- FM : *Yang pertama kita harus menulis sesuatu yang telah diketahui dari soal tersebut, setelah itu membuat model matematikanya, dengan kita membuat model matematika kita dapat membuat grafik, dan dari grafik tersebut kita dapat menemukan DHP, dan di DHP terdapat titik-titik yang selanjutnya kita masukan ke fungsi tujuan.* [FMM1.TSJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, FM mampu menyatakan ulang kesimpulan hasil jawaban yang telah dia peroleh yaitu banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungan maksimal adalah 150 dan 280 [FMM1.TSJ1]. Namun FM tidak yakin dengan hasil jawabannya [FMM1.TSJ2]. Kemudian FM mampu menjelaskan kembali langkah-langkah yang dia lakukan dalam menyelesaikan soal tersebut yaitu harus menulis sesuatu yang telah diketahui dari soal tersebut, setelah itu membuat model matematikanya, kemudian membuat grafik, dan menemukan DHP, dan di DHP terdapat titik-titik yang selanjutnya dimasukan ke fungsi tujuan. [FMM1.TSJ3].

Pada tahap skema FM mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

2. Paparan data hasil tes dan wawancara FM dalam menyelesaikan Masalah 2



Gambar 4.6 Jawaban FM Pada Masalah 2

Berdasarkan gambar 4.6 terlihat bahwa tidak menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam M2, melainkan FM langsung menuliskan model matematika dari M2 tersebut yaitu $4x + 3y \leq 120$, $30x + 60y \leq 1200$, $30x + 60y \leq 3000$,

$f(x, y) = 120.000x + 150.000y$, $f(x, y) = 30.000x + 50.000y$, $x \geq 0, y \geq 0$
 [FMM2.TA]. Dalam menuliskan apa yang diketahui, HM belum mampu menuliskan secara lengkap apa yang diketahui yaitu pemesanan produk minimal 10 unit. Dari model matematika yang telah ditentukan, FM menuliskan titik-titik potong yang kemudian langkah selanjutnya FM menggambar grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dalam sebuah diagram cartesius kemudian dia menentukan Daerah Himpunan Penyelesaiannya [FMM2.TP]. FM tidak menuliskan langkah-langkah bagaimana memperoleh titik optimumnya dan titik-titik yang dituliskan FM yaitu (30,0), (0,20), (24,8) yang selanjutnya FM hanya mensubstitusikan titik (24,8) ke fungsi $f(x, y) = 120.000x + 150.000y$ dan $f(x, y) = 30.000x + 50.000y$ kemudian mengurangkan hasil dari substitusi ke dua fungsi tersebut untuk mendapatkan keuntungan maksimum [FMM2.TO]. Selanjutnya FM memberikan kesimpulan yaitu agar mendapat laba maksimum antenna jenis A 24 dan antenna jenis B 8 [FMM2.TS].

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara HM pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut petikan wawancara yang dilakukan peneliti (P) dengan FM pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
 FM : *Yang diketahui yaitu PT Maxindo akan [FMM2.TAJ1] memproduksi 2 jenis antenna yaitu antenna A dan B.*

Dengan harga antena A Rp120.000 dan antena B Rp150.000, biaya produksinya A Rp30.000 dan B Rp50.000. Antena A membutuhkan 4 kabel, 3 plastik, dan 5 aluminium. Antena B membutuhkan 3 kabel, 6 plastik, dan 6 aluminium. Nah kabel yang tersedia ada 120 m, plastik 120 kg, aluminium juga begitu 300 kg.

- P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
 FM : *Ditanyakan model matematika dan banyaknya antena yang diproduksi agar keuntungan maksimal.* [FMM2.TAJ2]
 P : *Mengapa kamu tidak menuliskan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dalam soal?*
 FM : *Saya tidak terbiasa menuliskannya bu. Saya malas terlalu panjang* [FMM2.TAJ3]

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi HM menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu PT Maxindo akan memproduksi 2 jenis antena yaitu antena A dan B, dengan harga antena A Rp120.000 dan antena B Rp150.000, biaya produksinya A Rp30.000 dan B Rp50.000, dan Antena A membutuhkan 4 kabel, 3 plastik, dan 5 aluminium serta Antena B membutuhkan 3 kabel, 6 plastik, dan 6 aluminium sedangkan kabel yang tersedia ada 120 m, plastik 120 kg, aluminium juga begitu 300 kg [FMM2.TAJ1]. Kemudian FM juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyaknya antena yang diproduksi agar keuntungan maksimal [FMM2.TAJ2]. FM tidak terbiasa dalam menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal, selain itu dia juga malas untuk menuliskannya karena terlalu panjang [FMM2.TAJ3]. Berikut keterangan lanjutan FM dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
 FM : *Ya, saya menggunakan pemisalan yaitu x dan y .* [FMM2.TAJ4]
 P : *x dan y yang kamu tuliskan menyatakan apa? Apa sudah jelas?*

FM : *Hehehe belum bu. Maksud saya x itu antena jenis A [FMM2.TAJ5] dan y itu antena jenis B. Tapi saya lupa menuliskannya.*

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, FM membuat pemisalan yaitu x dan y [FMM2.TAJ4]. Namun pemisalan yang dia buat masih belum jelas sehingga dia menjelaskan bahwa maksud pemisalan tersebut yaitu x merupakan antena jenis A dan y antena jenis B [FMM2.TAJ5]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan HM pada tahap aksi:

P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*

FM : *Kendalanya banyaknya kabel, plastik, dan aluminium terhadap persediaannya. [FMM2.TAJ6]*

P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan fungsi kendalanya?*

FM : *Saya memisalkan x untuk antena A dan y untuk antena B. Nah disitu berarti fungsi kendalanya $4x + 3y \leq 120$, $30x + 60y \leq 1200$, $50x + 60y \leq 3000$ dan tidak lupa $x, y \geq 0$. [FMM2.TAJ7]*

P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*

FM : *Karena disitu (nunjuk soal) diketahui persediaannya tidak lebih dari 120 m, 120 kg, dan 300 kg. [FMM2.TAJ8]*

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, FM menyebutkan apa yang menjadi kendala dalam soal tersebut yaitu banyaknya kabel, aluminium, dan plastik terhadap persediaannya [FMM2.TAJ6]. Kemudian FM menyebutkan fungsi kendala dalam soal tersebut adalah $4x + 3y \leq 120$, $30x + 60y \leq 1200$, $50x + 60y \leq 3000$, $x \geq 0$, $y \geq 0$. [FMM2.TAJ7]. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu karena berdasarkan keterangan pada soal yaitu persediaannya tidak lebih dari 120 m, 120 kg, dan 300 kg [FMM2.TAJ8].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
- FM : *Banyaknya antenna yang diproduksi agar [FMM2.TAJ9]
keuntungan maksimal*
- P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari
soal tersebut?*
- FM : *Fungsi tujuan dalam soal itu ada 2 yaitu untuk [FMM2.TAJ10]
biaya produksi dan harga penjualannya. Jadi
 $f(x,y)=120.000x+150.000y$ dan
 $f(x,y)=30.000x+50.000y$*

Berdasarkan wawancara di atas, FM menyebutkan bahwa tujuan soal tersebut untuk mencari banyaknya antenna yang diproduksi agar keuntungan maksimal [FMM2.TAJ9] dan FM juga menjelaskan bahwa fungsi tujuan dalam soal tersebut ada 2 yaitu biaya produksi dan untuk penjualan jadi $f(x,y) = 120.000x + 150.000y$ dan $f(x,y) = 30.000x + 50.000y$ [FMM2.TAJ10].

Pada tahap aksi FM tidak menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal, FM mampu menyebutkan dengan lisan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. FM juga mampu menentukan dan menjelaskan dengan lisan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses (TP)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan FM pada tahap proses:

- P : *Apa langkah kamu selanjutnya untuk menyelesaikan
soal tersebut? Coba jelaskan langkah-langkahnya!*
- FM : *Nah langkah selanjutnya yaitu menggambar [FMM2.TPJ1]
grafiknya.*
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menggambar
grafik?*

- FM : *Cara menggambar grafik terlebih dahulu dicari titik-titik x dan y nya. Kemudian titik-titik tersebut digambar dalam diagram cartesius sehingga membentuk grafik.* [FMM2.TPJ2]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik potongnya? Mengapa kamu tidak menuliskan langkah-langkahnya?*
- FM : *Saya tidak terbiasa bu. Saya biasanya langsung.* [FMM2.TPJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, FM menjelaskan langkah selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menggambar grafik [FMM2.TPJ1]. FM menjelaskan langkah dalam menggambar grafik yaitu dicari titik-titik x dan y nya, kemudian titik-titik tersebut digambar dalam diagram cartesius sehingga membentuk grafik [FMM2.TPJ2]. FM tidak menuliskan langkah-langkah dalam menentukan titik-titik potongnya karena FM tidak terbiasa menuliskannya dan terbiasa langsung menentukan titik tersebut [FMM2.TPJ3]. Dalam hal ini FM menentukan titik-titik tersebut dalam imajinasi. Berikut cuplikan wawancara lanjutan dengan FM pada tahap proses:

- P : *Bagaimana kamu menentukan DHP dari grafik yang telah kamu gambar?*
- FM : *Dengan mengarsir grafik sesuai dengan pertidaksamaan. Jika tanda pertidaksamaannya kurang dari maka yang diarsir yang di atas. Nah jika tanda pertidaksamaannya lebih dari maka yang diarsir yang di bawah. Nah dari situ DHP nya berarti daerah yang bersih dari arsiran.* [FMM2.TPJ4]
- P : *Dapatkah kamu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan dengan menggunakan metode lain selain yang kamu gunakan?*
- FM : *Kayaknya saya belum bisa bu* [FMM2.TPJ5]

Berdasarkan wawancara lanjutan di atas, FM menjelaskan langkah dia dalam menentukan DHP yaitu dengan mengarsir grafik sesuai dengan pertidaksamaan,

jika tanda pertidaksamaannya kurang dari maka yang diarsir yang di atas, jika tanda pertidaksamaannya lebih dari maka yang diarsir yang di bawah, berarti DHP nya merupakan daerah yang bersih dari arsiran [FMM2.TPJ4]. Dalam menentukan nilai optimum FM menjelaskan bahwa dia masih belum mampu untuk menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan cara lain selain cara yang dia pergunakan [FMM2.TPJ5]

Pada tahap proses FM mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan namun belum benar dan mampu menentukan daerah himpunan penyelesaiannya. FM juga mampu menyatakan kembali langkah-langkah nya dalam menggambarkan grafik dan menentukan DHP nya. Dalam menentukan titik-titik potong untuk menggambar grafik, FM melakukannya dalam inamjinasi dan tidak terbiasa menuliskannya. Pada tahap proses FM juga mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif dengan menggunakan metode yang telah diajarkan, namun belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Berikut adalah wawancara yang dilakukan peneliti dengan FM pada tahap objek:

- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik optimumnya?*
- FM : *Titik-titik optimumnya dicari berdasarkan titik yang membatasi DHP. Ini titik-titik optimumnya hanya saya kira-kira saja. Jadi ketemu titik-titiknya yaitu (30,0), (0,20), (24,8)* [FMM2.TOJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan nilai optimumnya?*

- FM : Dengan memasukkan titik-titik tadi ke dalam fungsi tujuan $f(x, y) = 120.000x + 150.000y$ dan $f(x, y) = 30.000 + 50.000y$ kemudian dikurangi. Sehingga ketemu keuntungan maksimalnya. [FMM2.TOJ2]
- P : Mengapa kamu hanya mensubstitusi titik (24,8) saja?
- FM : Ya kalau dilihat-lihat ya itu bu yang paling tinggi. Jadi saya malas mensubstitusikan nilai yang lainnya.

Berdasarkan wawancara di atas, FM menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan titik-titik optimumnya yaitu berdasarkan titik-titik yang membatasi DHP, dan FM hanya mengira-ngira nilai titik tersebut yaitu (30,0), (0,20), (24,8) [FMM2.TOJ1]. FM tidak menuliskan langkah dia dalam menentukan titik-titik tersebut dengan sistematis. FM juga menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan nilai optimum yaitu memasukkan titik tersebut ke dalam fungsi tujuan yaitu $f(x, y) = 120.000x + 150.000y$ dan $f(x, y) = 30.000x + 50.000y$, kemudian hasilnya dikurangi dan didapatkan keuntungan maksimum [FMM2.TOJ2]. FM hanya mensubstitusikan nilai (24,8) untuk mencari keuntungan karena menurut FM titik yang paling maksimum [FMM2.TO3].

Pada tahap objek FM mampu menentukan titik-titik optimum dari suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik Daerah Himpunan Penyelesaian, serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan titik-titik tersebut dengan tepat dan benar. FM mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Skema

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek FM pada tahap skema:

- P : *Apa kesimpulan jawaban dari soal yang kamu kerjakan?*
- FM : *Kesimpulannya, banyak antena A yang diproduksi sama dengan 24 dan antena B sama dengan 8* [FMM2.TSJ1]
- P : *Apakah jawabanmu sudah benar dan sesuai dengan apa yang ditanyakan?*
- FM : *insyaAllah...benar* [FMM2.TSJ2]
- P : *Coba Jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- FM : *Untuk yang pertama kita harus menulis sesuatu yang diketahui dulu, lalu menentukan model matematika, setelah itu kita membuat grafiknya dan menentukan DHP nya, dari titik-titik di DHP kita masukkan ke dalam fungsi tujuan akan muncul keuntungan maksimum* [FMM2.TSJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, FM mampu menyatakan ulang kesimpulan hasil jawaban yang telah dia peroleh yaitu banyak antena A yang diproduksi sama dengan 24 dan antena B sama dengan 8 [FMM2.TSJ1]. FM juga sudah yakin bahwa jawaban yang dia peroleh dan kesimpulan yang dia tulis sudah sesuai dengan apa yang ditanyakan dalam soal [FMM2.TSJ2]. Kemudian FM mampu menjelaskan kembali langkah-langkah yang dia lakukan dalam menyelesaikan soal tersebut yaitu harus menulis sesuatu yang diketahui dulu, lalu menentukan model matematika, setelah itu kita membuat grafiknya dan menentukan DHP nya, dari titik-titik di DHP kita masukkan ke dalam fungsi tujuan akan muncul keuntungan maksimum [FMM2.TSJ3].

Pada tahap skema FM mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

perempuan, jumlah maksimal semua sepatu 460, sepatu laki-laki minimal 100 maksimal 150, sepatu perempuan minimal 150, $f(x,y) = 10.000x + 5.000y$ [PFM1.TA1]. PF tidak menuliskan apa yang ditanyakan dalam soal. Kemudian PF menuliskan model matematika dalam soal tersebut yaitu $x + y \leq 460, 100 \leq x \leq 150, y \geq 150, x \geq 0, y \geq 0$, [PFM1.TA2]. Langkah selanjutnya PF mengubah pertidaksamaan dalam model matematika ke dalam sebuah persamaan dan dari persamaan tersebut dicari titik-titik potongnya yaitu $(0,460), (460,0), x = 100, x = 150, y = 150$, kemudian menggambar grafiknya dalam diagram cartesius dan menentukan DHP nya [PFM1.TP]. Langkah selanjutnya PF menentukan titik-titik yang membatasi DHP dengan memberi nama titik tersebut dengan titik A, B, C, dan D, kemudian mencari titik A yaitu $(100,150)$, titik B $(150,150)$, titik C dia peroleh dari mensubtitusikan nilai $x = 150$ ke persamaan $x + y = 460$ dan ketemu nilai $y = 310$, dan titik D dia peroleh dari mensubtitusikan nilai $x = 100$ ke persamaan $x + y = 460$ dan ketemu nilai $y = 360$ [PFM1.TO1]. Selanjutnya PF mensubtitusi titik-titik optimum yang telah ditentukan ke dalam fungsi tujuan yang dia tuliskan yaitu $f(x,y) = 10.000x + 5.000y$ dan mendapatkan nilai maksimum 3.050.000 [PFM1.TO2]. Kemudian PF memberikan kesimpulan bahwa keuntungan maksimal adalah saat menjual 150 sepatu laki-laki dan 310 sepatu perempuan [PFM1.TS].

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara PF pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut petikan wawancara yang dilakukan peneliti (P) dengan PF pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
- PF : *Dari sini bisa diketahui sepatu perempuan paling sedikit 100 pasang, kalau sepatu laki-laki paling sedikit 150 pasang. Tapi disini juga ada ketentuan banyak sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150 pasang. Berarti sepatu laki-lakinya maksimal 150 pasang. Juga diketahui $f(x,y) = 10000x + 5000y$.* [PFM1.TAJ1]
- P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
- PF : *Yang ditanyakan model matematika dan banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungan maksimal.* [PFM1.TAJ2]

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi PF menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu sepatu perempuan paling sedikit 100 pasang, sepatu laki-laki paling sedikit 150 pasang, banyak sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150 pasang, sepatu laki-lakinya maksimal 150 pasang dan $f(x,y) = 10000x + 5000y$. [PFM1.TAJ1]. Kemudian PF juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungan maksimal [PFM1.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan PF dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
- PF : *Iya bu. Saya disini menggunakan pemisalan x dan y . Pemisalan x untuk banyak sepatu laki-laki dan pemisalan y untuk banyak sepatu wanita.* [PFM1.TAJ3]
- P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*
- PF : *Ya biar mudah bu.* [PFM1.TAJ4]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, PF membuat pemisalan x untuk sepatu laki-laki dan y untuk sepatu wanita [PFM1.TAJ3]. Alasan dia menggunakan pemisalan yaitu biar mudah [PFM1.TAJ4]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan PF pada tahap aksi:

- P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*
- PF : *Kendalanya ya seperti yang diketahui tadi bu. Sepatu laki-laki paling sedikit 100 paling banyak 150, sepatu perempuan paling sedikit 150, dan jumlah sepatu paling banyak 460.* [PFM1.TAJ5]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan fungsi kendalanya?*
- PF : *Dilihat dari apa yang diketahui bu. Tadi, karena toko itu bisanya memuat 460 pasang sepatu dari laki- laki dan perempuan, berarti $x + y \leq 460$. Dan untuk sepatu lakilaki ketentuannya paling sedikit 100 pasang terus paling banyak 150 pasang, jadi model matematikanya $x \geq 100$ dan $x \leq 150$, untuk sepatu perempuannya berarti $y \geq 150$, $x \geq 0$, $y \geq 0$* [PFM1.TAJ6]
- P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*
- PF : *Dari situ diketahui paling sedikit bu jadi menggunakan lebih dari. Kalo paling banyak berarti menggunakan kurang dari. Begitu...* [PFM1.TAJ7]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, PF menyebutkan apa yang menjadi kendala dalam soal tersebut yaitu seperti yang diketahui [PFM1.TAJ5]. Kemudian PF menyebutkan fungsi kendala dalam soal tersebut adalah $x + y \leq 460$, $x \geq 100$, $x \leq 150$, $y \geq 150$, $x \geq 0$, $y \geq 0$ [PFM1.TAJ6]. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu karena dalam soal diketahui paling sedikit jadi menggunakan lebih dari, dan paling banyak berarti menggunakan kurang dari [PFM1.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
- PF : *Mencari banyak sepatu laki-laki dan wanita agar [PFM1.TAJ8] keuntungan maksimal*
- P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
- PF : *Dari soal diketahui bahwa keuntungannya sepatu [PFM1.TAJ9] laki-laki 10000 dan sepatu wanita 5000. Jadi fungsi tujuannya $f(x, y) = 10000x + 5000y$.*

Berdasarkan wawancara di atas, PF menyebutkan bahwa tujuan soal tersebut untuk mencari banyak sepatu laki-laki dan wanita agar keuntungan maksimal [PFM1.TAJ8] dan karena diketahui dalam soal keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000 dan wanita Rp5.000 maka dia menjelaskan bahwa fungsi tujuan dalam soal tersebut adalah $f(x, y) = 10000x + 5000y$ [PFM1.TAJ9].

Pada tahap aksi PF mampu menuliskan dan menyebutkan apa yang diketahui dalam soal, PF mampu menyebutkan apa yang diketahui dalam soal, PF juga mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses (TP)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan PF pada tahap proses:

- P : *Apa langkah kamu selanjutnya untuk menyelesaikan soal tersebut? Coba jelaskan langkah-langkahnya!*
- PF : *Langkah selanjutnya yaitu saya menggambar [PFM1.TPJ1] grafiknya untuk menentukan DHP nya.*
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menggambar grafik?*

PF : *Tadi kan sudah diketahui model matematikanya, [PFM1.TPJ2] setelah itu kita cari titik-titiknya dengan x dimisalkan 0, nanti ketemu $(0,460)$, y dimisalkan 0, nanti ketemu $(460,0)$, terus $x = 100$, $x = 150$, $y = 150$. Kita masukkan titik-titik itu ke grafik.*

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, PF menjelaskan langkah selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menggambar grafik untuk menentukan DHP [PFM1.TPJ1]. PF menjelaskan langkah dalam menggambar grafik yaitu model matematika yang sudah diketahui, dicari titik-titiknya dengan x dimisalkan 0, dan ketemu titik $(0,460)$, y dimisalkan 0, nanti ketemu $(460,0)$, terus $x = 100$, $x = 150$, $y = 150$. Kemudian memasukkan nilai tersebut ke grafik [PFM1.TPJ2]. Berikut cuplikan wawancara lanjutan dengan PF pada tahap proses:

P : *Bagaimana kamu menentukan DHP dari grafik yang telah kamu gambar?*

PF : *Kita arsir DHP nya, biar gampang dan mudah [PFM1.TPJ4] kelihatan kita mengarsirnya berlawanan dengan DHP. Jadi nanti DHP nya daerah yang tidak diarsir.*

P : *Dapatkah kamu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan dengan menggunakan metode lain selain yang kamu gunakan?*

PF : *Belum bisa bu.. [PFM1.TPJ5]*

Berdasarkan wawancara lanjutan di atas, PF menjelaskan langkah dia dalam menentukan DHP yaitu dengan mengarsir DHP nya, agar lebih mudah PF menjelaskan mengarsirnya berlawanan dengan DHP, jadi DHP nya daerah yang tidak diarsir [PFM1.TPJ4]. Dalam menentukan nilai optimum PF menjelaskan bahwa dia masih belum mampu untuk menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan cara lain selain cara yang dia gunakan dan dia juga belum pernah tau cara lain selain yang dia gunakan [PFM1.TPJ5]

Pada tahap proses PF mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dan mampu menentukan daerah himpunan penyelesaiannya. PF juga mampu menyatakan kembali langkah-langkah nya dalam menggambarkan grafik dan menentukan DHP nya. PF juga mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif dengan menggunakan metode yang telah diajarkan, namun belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Berikut adalah wawancara yang dilakukan peneliti dengan PF pada tahap objek:

- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik optimumnya?*
- PF : *Setelah ketemu DHP nya, nanti ada titik-titiknya di pinggir di DHP itu kita cari berapa, kita misalkan titik-titik ABCD. Cara mencarinya dengan memasukkan nilai $x=150$ dan $x=100$ ke persamaan $x+y=460$. Nanti ketemu titik-titik ABCD nya berapa.* [PFM1.TOJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan nilai optimumnya?*
- PF : *Setelah titik-titik yang kita cari ketemu, terus kita masukkan ke fungsi tujuan, setelah kita masukkan semua kita cari nilai tertingginya.* [PFM2.TOJ2]

Berdasarkan wawancara di atas, PF menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan titik-titik optimumnya yaitu setelah ketemu DHP nya, maka terdapat titik-titik di pinggir di DHP itu dicari berapa, titik itu dimisalkan titik-titik ABCD, kemudian cara mencarinya dengan memasukkan nilai $x = 150$ dan $x = 100$ ke persamaan $x + y = 460$, kemudian ketemu titik-titik ABCD nya berapa [PFM1.TOJ1]. PF juga menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan nilai

optimum yaitu setelah titik-titik yang dicari ketemu, kemudian dimasukkan ke fungsi tujuan, setelah dimasukkan semua dicari nilai tertinggi [PFM1.TOJ2].

Pada tahap objek PF mampu menentukan titik-titik optimum dari suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik Daerah Himpunan Penyelesaian, serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan titik-titik tersebut. PF mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan nilai tersebut.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Skema

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek PF pada tahap skema:

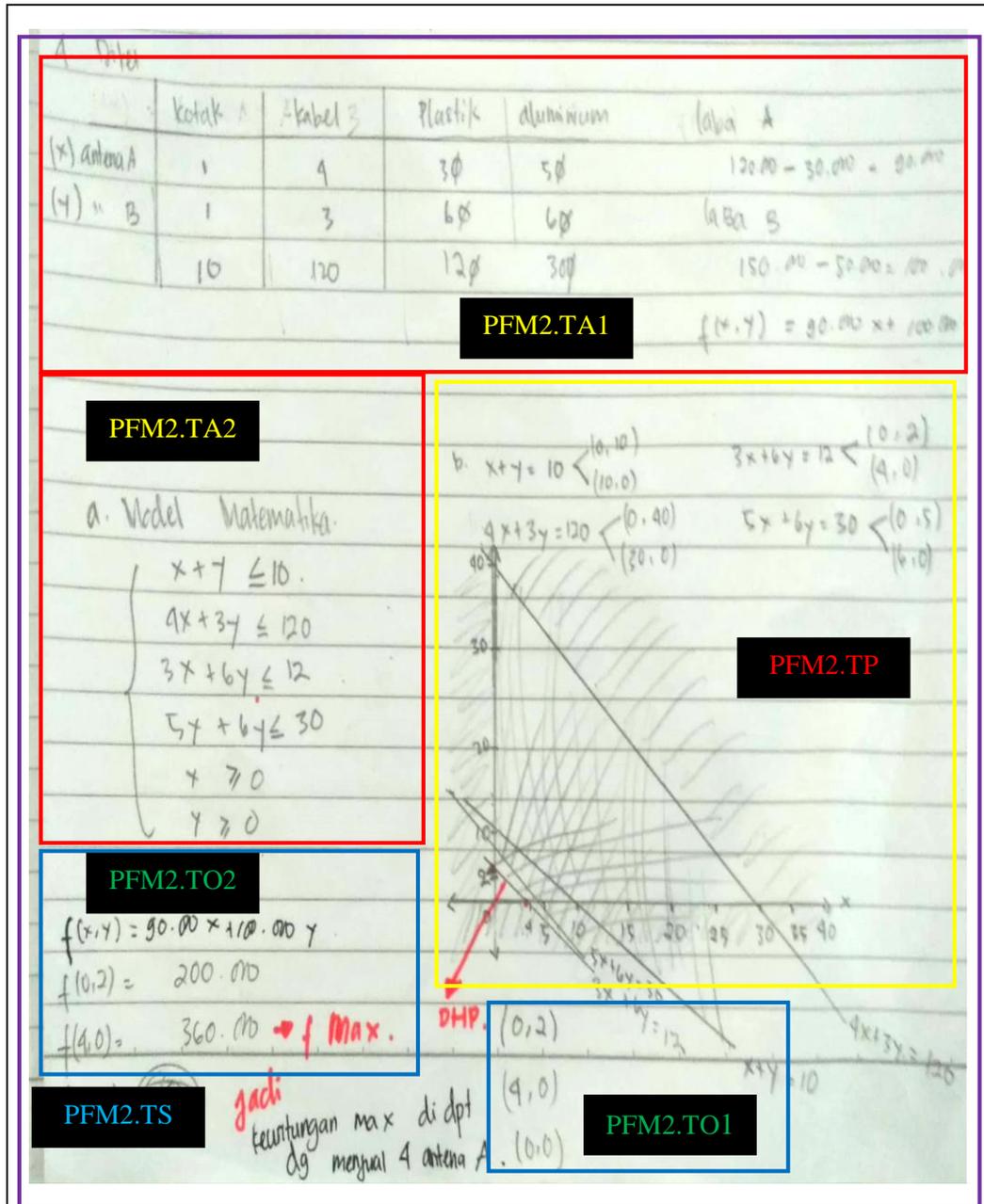
- P : *Apa kesimpulan jawaban dari soal yang kamu kerjakan?*
- PF : *Kesimpulannya, keuntungan dapat maksimal ketika toko menjual sepatu laki-laki 150 dan sepatu perempuan 310.* [PFM1.TSJ1]
- P : *Apakah jawabanmu sudah benar dan sesuai dengan apa yang ditanyakan?*
- PF : *Kayaknya sudah bu.. heheh* [PFM1.TSJ2]
- P : *Coba Jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- PF : *Tadi kan sudah diketahui model matematikanya, setelah itu kita cari titik-titiknya dengan x dimisalkan 0, nanti ketemu (0,460), y dimisalkan 0, nanti ketemu (460,0), terus $x = 100$, $x = 150$, $y = 150$. Kita masukkan titik-titik itu ke grafik, terus kita arsir DHP nya, biar gampang dan mudah kelihatan kita mengarsirnya berlawanan dengan DHP. Jadi nanti DHP nya daerah yang tidak diarsir. Setelah ketemu DHP nya, nanti ada titik-titiknya di pinggir di DHP itu kita cari berapa, kita misalkan titik-titik ABCD. Setelah itu kita masukkan ke fungsi tujuan,* [PFM1.TSJ3]

setelah kita masukkan semua kita cari nilai tertinggiya atau keuntungan maksimumnya.

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, PF mampu menyatakan ulang kesimpulan hasil jawaban yang telah dia peroleh yaitu keuntungan dapat maksimal ketika toko menjual sepatu laki-laki 150 dan sepatu perempuan 310 [PFM1.TSJ1]. Namun PF masih ragu akan kebenaran jawaban yang dia peroleh [PFM1.TSJ2]. Kemudian PF mampu menjelaskan kembali langkah-langkah yang dia lakukan dalam menyelesaikan soal tersebut [PFM1.TSJ3].

Pada tahap skema PF mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

4. Paparan data hasil tes dan wawancara PF dalam menyelesaikan Masalah 2



Gambar 4.8 Jawaban PF Pada M2

Berdasarkan gambar 4.8 terlihat bahwa PF menuliskan apa yang diketahui dalam M2 yaitu dengan memisalkan x sebagai antena A dan y sebagai antena B,

kemudian PF menuliskan apa yang diketahui dalam sebuah tabel, kemudian PF menentukan laba antenna A yaitu $120.000 - 30.000 = 90.000$ dan laba antenna B yaitu $150.000 - 50.000 = 100.000$ jadi $f(x, y) = 90.000x + 100.000y$ [PFM2.TA1]. PF tidak menuliskan apa yang ditanyakan dalam soal. Langkah selanjutnya PF menuliskan model matematika yaitu $x + y \leq 10, 4x + 3y \leq 120, 3x + 6y \leq 12, 5x + 6y \leq 30, x \geq 0, y \geq 0$ [PFM2.TA2]. Setelah membuat model matematika PF mengubah pertidaksamaannya menjadi sebuah persamaan kemudian menentukan titik-titik potongnya yaitu $x + y = 10$ titiknya (0,10) dan (10,0), $4x + 3y = 120$ titiknya (0,40) dan (30,0), $3x + 6y = 12$ titiknya (0,2) dan (4,0), $5x + 6y = 30$ titiknya (0,5) dan (6,0) yang kemudian digambar dalam diagram cartesius dan membentuk grafik, setelah itu menentukan DHP nya [PFM2.TP]. Setelah DHP nya ditentukan PF menentukan titik-titik berdasarkan DHP nya yaitu titik (0,2), (4,0), (0,0) [PFM2.TO1]. Kemudian titik-titik tersebut disubstitusi ke persamaan $f(x, y) = 90.000x + 100.000x$ dan mendapatkan nilai maksimum 360.000 [PFM2.TO2]. Kesimpulannya keuntungan maksimal didapat dengan menjual 4 antenna jenis A [PFM2.TS].

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara PF pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut petikan wawancara yang dilakukan peneliti (P) dengan PF pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
- PF : *Yang diketahui adalah ada 2 antena A dan B. Antena A membutuhkan 4m kabel antena B membutuhkan 3m kabel dan yang tersedia 120. Trus 30 ons plastik antena A dan 60 ons antena B yang tersedia 120. Kemudian 50 ons aluminium antena A dan 60 ons antena B yang tersedia 300. Trus biaya produksinya A Rp30.000 dan dijual Rp120.000. biayanya B Rp50.000 dijual Rp150.000. pesanan minimal 10.* [PFM2.TAJ1]
- P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
- PF : *Yang ditanyakan model matematika dan banyak antena yang diproduksi agar laba maksimal.* [PFM2.TAJ2]

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi PF menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu ada 2 antena A dan B. Antena A membutuhkan 4m kabel antena B membutuhkan 3m kabel dan yang tersedia 120. Trus 30 ons plastik antena A dan 60 ons antena B yang tersedia 120. Kemudian 50 ons aluminium antena A dan 60 ons antena B yang tersedia 300. Trus biaya produksinya A Rp30.000 dan dijual Rp120.000. biayanya B Rp50.000 dijual Rp150.000. pesanan minimal 10 [PFM2.TAJ1]. Kemudian PF juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyak antena yang diproduksi agar laba maksimal [PFM2.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan PF dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
- PF : *Iya bu. Saya disini menggunakan pemisalan x dan y . Pemisalan x untuk antena A dan pemisalan y untuk antena B.* [PFM2.TAJ4]
- P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*
- PF : *Ya biar mudah bu.* [PFM2.TAJ5]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, PF membuat pemisalan yaitu x dan y , pemisalan x untuk antenna A dan pemisalan y untuk antenna B [PFM2.TAJ4]. Alasan dia menggunakan pemisalan agar mudah dalam mengerjakan [PFM2.TAJ5]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan PF pada tahap aksi:

- P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*
- PF : *Kendalanya ya seperti yang diketahui tadi bu.* [PFM2.TAJ6]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan fungsi kendalanya?*
- PF : *Dilihat dari apa yang diketahui bu. jadi fungsi kendalanya* $x + y \leq 10, 4x + 3y \leq 120, 3x + 6y \leq 12, 5x + 6y \leq 30, x \geq 0, y \geq 0$ [PFM2.TAJ7]
- P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*
- PF : *Dari situ diketahui bahwa persediaanya hanya 12 m, 120 kg, dan 300kg. Jadi gak boleh lebih dari itu. Makanya tandanya menggunakan kurang dari sama dengan.* [PFM2.TAJ8]
- P : *Apakah kamu memperhatikan satuan dari yang dibutuhkan dengan persediannya?*
- PF : *Tidak bu... seharusnya kg dijadikan ons. Tapi saya gak tau satu kg itu berapa ons. Jadi ya tetap saya tulis dalam kg.* [PFM2.TAJ9]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, PF menyebutkan apa yang menjadi kendala dalam soal tersebut yaitu berdasarkan apa yang diketahui dalam soal [PFM2.TAJ6]. Kemudian PF menyebutkan fungsi kendala dalam soal tersebut adalah $x + y \leq 10, 4x + 3y \leq 120, 3x + 6y \leq 12, 5x + 6y \leq 30, x \geq 0, y \geq 0$ [PFM2.TAJ7]. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu diketahui bahwa persediaanya hanya 12 m, 120 kg, dan 300kg. Jadi tidak boleh lebih dari itu. Sehingga tandanya menggunakan kurang dari sama dengan [PFM2.TAJ8]. PF dalam hal ini tidak memperhatikan

satuan yang ada dalam soal sehingga yang seharusnya dia jadikan ons tetapi tetap dia tulis dalam satuan kg, karena dia tidak mengetahui 1 kg berapa ons [PFM2.TAJ9]

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
 PF : *Mencari antena A dan B yang diproduksi agar [PFM2.TAJ9] keuntungan maksimal*
 P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
 PF : *Dari soal diketahui bahwa ada biaya produksi dan [PFM2.TAJ10] harga penjualan. Jadi kita harus menentukan labanya dengan cara mengurangi harga penjualan dengan biaya produksi. Sehingga ketemu $f(x,y)=90.000x+100.000y$*

Berdasarkan wawancara di atas, PF menyebutkan bahwa tujuan soal tersebut untuk mencari banyaknya antena yang diproduksi agar keuntungan maksimal [PFM2.TAJ9] dan PF juga menjelaskan bahwa fungsi tujuan dalam soal tersebut ada 2 yaitu biaya produksi dan untuk penjualan jadi $f(x,y) = 120.000x + 150.000y$ dan $f(x,y) = 30.000x + 50.000y$ [PFM2.TAJ10].

Pada tahap aksi PF menuliskan dan menyebutkan apa yang diketahui dalam soal. Namun PF hanya menyebutkan apa yang ditanyakan tanpa menuliskannya, FM juga mampu menentukan dan menjelaskan dengan lisan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika, namun model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses (TP)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan PF pada tahap proses:

- P : *Apa langkah kamu selanjutnya untuk menyelesaikan soal tersebut? Coba jelaskan langkah-langkahnya!*
- PF : *Langkah selanjutnya yaitu saya menggambar grafiknya untuk menentukan DHP nya.* [PFM2.TPJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menggambar grafik?*
- PF : *Tadi kan sudah diketahui model matematikanya, setelah itu kita cari titik-titiknya dengan x dimisalkan 0, nanti ketemu nilai y . Kemudian ganti memisalkan $y=0$ terus ketemu nilai x . Terus titik-titik yang sudah kita cari yaitu $(0,10)$, $(10,0)$, $(0,40)$, $(30,0)$, $(0,2)$, $(4,0)$, $(0,5)$, $(6,0)$ ke dalam diagram cartesius.* [PFM2.TPJ2]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, PF menjelaskan langkah selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menggambar grafik untuk menentukan DHP nya [PFM2.TPJ1]. PF menjelaskan langkah dalam menggambar grafik yaitu setelah diketahui model matematikanya, dicari titik-titiknya dengan x dimisalkan 0, nanti ketemu nilai y . Kemudian ganti memisalkan $y=0$ terus ketemu nilai x . Terus titik-titik yang sudah kita cari yaitu $(0,10)$, $(10,0)$, $(0,40)$, $(30,0)$, $(0,2)$, $(4,0)$, $(0,5)$, $(6,0)$ ke dalam diagram cartesius. [PFM2.TPJ2]. Berikut cuplikan wawancara lanjutan dengan PF pada tahap proses:

- P : *Bagaimana kamu menentukan DHP dari grafik yang telah kamu gambar?*
- PF : *Kita arsir DHP nya, biar gampang dan mudah kelihatan kita mengarsirnya berlawanan dengan DHP. Jadi nanti DHP nya daerah yang tidak diarsir.* [PFM2.TPJ4]
- P : *Dapatkah kamu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan dengan menggunakan metode lain selain yang kamu gunakan?*
- PF : *Belum bisa bu..* [PFM2.TPJ5]

Berdasarkan wawancara lanjutan di atas, PF menjelaskan langkah dia dalam menentukan DHP yaitu diarsir DHP nya, biar gampang dan mudah kelihatan di arsir

berlawanan dengan DHP. Jadi nanti DHP nya daerah yang tidak diarsir. [PFM2.TPJ4]. Dalam menentukan nilai optimum PF menjelaskan bahwa dia masih belum mampu untuk menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan cara lain selain cara yang dia pergunakan [PFM2.TPJ5]

Pada tahap proses PF mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan namun belum benar dan belum mampu menentukan daerah himpunan penyelesaiannya. PF mampu menyatakan kembali langkah-langkah nya dalam menggambarkan grafik dan menentukan DHP nya. Pada tahap proses PF juga mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif dengan menggunakan metode yang telah diajarkan, namun belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Berikut adalah wawancara yang dilakukan peneliti dengan PF pada tahap objek:

- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik optimumnya?*
- PF : *Setelah ketemu DHP nya, nanti ada titik-titiknya di pinggir di DHP itu yaitu (0,2), (4,0), dan (0,0)* [PFM2.TOJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan nilai optimumnya?*
- PF : *Setelah titik-itik yang kita cari ketemu, terus kita masukkan ke fungsi tujuan, setelah kita masukkan semua kita cari nilai tertingginya.* [PFM2.TOJ2]

Berdasarkan wawancara di atas, PF menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan titik-titik optimumnya yaitu titik-titiknya di pinggir di DHP itu yaitu (0,2), (4,0), dan (0,0) [PFM2.TOJ1]. PF juga menjelaskan langkah-langkahnya

dalam menentukan nilai optimum yaitu memasukkan titik tersebut ke dalam fungsi tujuan kemudian dicari yang nilainya tertinggi [PFM2.TOJ2].

Pada tahap objek PF belum mampu menentukan titik-titik optimum dari suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik Daerah Himpunan Penyelesaian dengan benar dan tepat, PF mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan titik-titik tersebut. PF belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Skema

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek PF pada tahap skema:

- P : *Apa kesimpulan jawaban dari soal yang kamu kerjakan?*
- PF : *Kesimpulannya, keuntungan dapat maksimal ketika menjual 4 antena jenis A dan 0 antena jenis B.* [PFM2.TSJ1]
- P : *Apakah jawabanmu sudah benar dan sesuai dengan apa yang ditanyakan?*
- PF : *Kayaknya sudah bu.. heheh* [PFM2.TSJ2]
- P : *Coba Jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- PF : *Setelah kita tau model matematikanya, kita cari titik-titiknya, kita misalkan $x = 0$ dan $y = 0$, nanti ketemu titiknya, titik-titiknya kita masukkan ke grafik. Setelah itu, kita arsir DHP nya, ini saya buat DHP nya daerah yang bersih, jadi mengarsirnya berlawanan dengan DHP nya, setelah itu kan nanti ada titik-titiknya. Setelah itu kita masukkan ke fungsi tujuan, setelah itu kita bisa tau yang paling banyak keuntungannya yang mana.* [PFM2.TSJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, PF mampu menyatakan ulang kesimpulan hasil jawaban yang telah dia peroleh yaitu banyak antena A yang diproduksi sama dengan 4 dan antena B sama dengan 0 namun belum tepat hasil dari pekerjaannya [PFM2.TSJ1]. PF juga masih ragu akan kebenaran jawaban dari apa yang dia tuliskan [PFM2.TSJ2]. Kemudian FM mampu menjelaskan kembali langkah-langkah yang dia lakukan dalam menyelesaikan soal tersebut yaitu setelah kita tau model matematikanya, kita cari titik-titiknya, kita misalkan $x = 0$ dan $y = 0$, nanti ketemu titiknya, titik-titiknya kita masukkan ke grafik. Setelah itu, kita arsir DHP nya, ini saya buat DHP nya daerah yang bersih, jadi mengarsirnya berlawanan dengan DHP nya, setelah itu kan nanti ada titik-titiknya. Setelah itu kita masukkan ke fungsi tujuan, setelah itu kita bisa tau yang paling banyak keuntungannya yang mana. [PFM2.TSJ3].

Pada tahap skema PF mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

Berdasarkan paparan data di atas dapat diketahui indikator pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan teori APOS pada FM dan PF dalam menyelesaikan M1 dan M2 yang akan disajikan dalam Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Pemahaman Konsep Matematis Siswa Berkemampuan Sedang Berdasarkan Teori APOS

Tahap	Indikator Pemahaman Konsep Berdasarkan Teori APOS		
	Subjek FM	Subjek PF	Subjek Berkemampuan Sedang
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tidak menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal ✓ Mampu menjelaskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. ✓ Mampu menentukan dan menjelaskan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan fungsi tujuan yang dituangkan dalam model matematika. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal ✓ Mampu menjelaskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. ✓ Mampu menentukan dan menjelaskan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan fungsi tujuan yang dituangkan dalam model matematika. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal ✓ Mampu menjelaskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. ✓ Mampu menentukan dan menjelaskan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan fungsi tujuan yang dituangkan dalam model matematika.
Proses	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear. ✓ Mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaian. ✓ Mampu menjelaskan langkah-langkah dalam menggambar grafik 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear. ✓ Mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaian dengan ✓ Mampu menjelaskan langkah-langkah dalam menggambar grafik 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear dengan benar dan tepat. ✓ Mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaian dengan benar dan tepat. ✓ Mampu menjelaskan langkah-langkah dalam menggambar grafik dan

	<p>dan menentukan DHP.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode yang telah diajarkan sebelumnya. ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya. 	<p>dan menentukan DHP dengan jelas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode yang telah diajarkan sebelumnya. ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya. 	<p>menentukan DHP dengan jelas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode yang telah diajarkan sebelumnya. ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.
Objek	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belum mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan Daerah Himpunan Penyelesaian ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belum mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan Daerah Himpunan Penyelesaian ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belum mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan Daerah Himpunan Penyelesaian ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.
Skema	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika. ✓ Mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika. ✓ Mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika. ✓ Mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear.

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat sesuai prosedur. ✓ Belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan benar menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan. ✓ Mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat sesuai prosedur. ✓ Belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan benar menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan. ✓ Mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat sesuai prosedur. ✓ Belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan benar menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan. ✓ Mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.
--	---	---	---

C. Paparan Data Hasil Tes dan Wawancara Pemahaman Konsep Matematis

Siswa Berdasarkan Teori APOS Pada Subjek Berkemampuan Rendah

1. Paparan data hasil tes dan wawancara SM dalam menyelesaikan

Masalah 1

The image shows a student's handwritten solution to a linear programming problem. The solution is annotated with several labels in black boxes:

- SMM1.TA1** (red box): Identifies the problem statement and the objective function.

Diket
Toko memuat : 460
Sepatu wanita : min. 150 (x)
" laki-laki" : min. 100 → tak lebih 150 (y)
Untung spt wanita = 5.000
laki" : 10.000

Ditanya
a. MM
b. Untung max
- SMM1.TA1** (red box): Identifies the constraints.

a. $x + y \leq 460$
 $x \geq 150$
 $y \leq 150$
- SMM1.TP** (yellow box): Identifies the feasible region graph.

A graph showing the feasible region on a coordinate plane. The x-axis is labeled 'x' and the y-axis is labeled 'y'. The feasible region is shaded and bounded by the lines $x + y = 460$, $x = 150$, and $y = 150$. The origin is marked with 0, and the axes are marked with 150 and 460. The feasible region is labeled 'DHP'.
- SMM1.TO1** (blue box): Identifies the equations of the boundary lines.

$x + y = 460$
 $y = 150$
 $x + 150 = 460$
 $x = 310$
- SMM1.TO** (blue box): Identifies the calculation of the objective function at the vertices.

b. $(150, 0) = 150 \cdot 5.000 = 750.000$
 $(310, 150) = 310 \cdot 5.000 + 150 \cdot 10.000 = 1.550.000 + 1.500.000 = 3.050.000$ (max)
 $(150, 150) = 150 \cdot 5.000 + 150 \cdot 10.000 = 750.000 + 1.500.000 = 2.250.000$
 $(460, 0) = 460 \cdot 5.000 = 2.300.000$
- SMM1.T** (black box): Identifies the final answer.

Jadi untung max nya adalah 3.050.000 dgn sepatu wanita 310 & laki" 150

Gambar 4.9 Jawaban SM Pada Masalah 1

Berdasarkan pada gambar 4.9 terlihat SM menuliskan apa yang diketahui dalam soal yaitu toko memuat 460, sepatu wanita minimal 150 (x), sepatu laki-laki minimal 100 dan tidak lebih dari 150 (y), untung sepatu wanita 5000, untung sepatu laki-laki 10.000 serta SM juga menuliskan yang ditanyakan dalam soal yaitu model

matematika dan untung maksimal [SMM1.TA1]. Kemudian langkah selanjutnya SM menuliskan model matematika dari soal tersebut yaitu $x + y \leq 460, x \geq 150, y \leq 150$ [SMM1.TA2]. Langkah selanjutnya SM menggambarkan grafik dan menentukan DHP nya [SMM1.TP], kemudian menentukan titik-titik yang membatasi DHP salah satunya dengan mensubstitusikan nilai $y = 150$ ke persamaan $x + y = 460$ sehingga diperoleh nilai $x = 310$ [SMM1.TO1]. Kemudian SM menentukan nilai optimum dengan mensubstitusi titik $(150,0)$, $(310,150)$, $(150,150)$, $(460,0)$ sehingga diperoleh nilai maksimum 3.050.000 [SMM1.TO2]. Terakhir SM menuliskan kesimpulan dari soal dalam M1 yaitu untung maksimalnya adalah 3.050.000 dengan sepatu wanita 310 dan laki-laki 150.

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara SM pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan SM pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
 SM : *Ini yang diketahui sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang untuk mengisi toko, sedangkan sepatu wanita paling sedikit 150. Toko ingin memuat 460 pasang sepatu, dengan keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan sepatu wanita Rp5.000,00. Terus sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150 pasang.* [SMM1.TAJ1]
- P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
 SM : *Yang ditanyakan model matematika dan keuntungan maksimal toko tersebut bu..* [SMM1.TAJ2]

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi SM menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang untuk mengisi toko, sedangkan sepatu wanita paling sedikit 150. Toko ingin memuat 460 pasang sepatu, dengan keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan sepatu wanita Rp5.000,00. Terus sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150 pasang. [SMM1.TAJ1]. Kemudian SM juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan keuntungan maksimal toko tersebut [SMM1.TAJ2].

Berikut keterangan lanjutan PF dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
 SM : *Iya bu. Saya memisalkan sepatu wanita x dan sepatu laki-laki y .* [SMM1.TAJ3]
 P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*
 SM : *Eeemm...kenapa ya bu. ya pokoknya harus dimisalkan gitu bu.* [SMM1.TAJ4]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, SM memisalkan sepatu wanita x dan sepatu laki-laki y [SMM1.TAJ3]. Dia tidak mengetahui alasan kenapa dia memisalkan sepatu wanita sebagai x dan sepatu laki-laki y , berdasarkan keterangan tersebut berarti SM belum mengetahui bahwa pemisalan tersebut merupakan variabel keputusan. SM hanya menghafal langkah mengerjakan bahwa ketika menyelesaikan soal program linear harus dimisalkan dulu x dan y nya [SMM1.TAJ4]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan SM pada tahap aksi:

- P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*
 SM : *Maksudnya kendala bagaimana bu? model matematikanya to bu.* [SMM1.TAJ5]

- P : *Iya sudah model matematikanya bagaimana?*
- SM : *Model matematikanya yang sepatu laki-laki dianggap y dan sepatu wanita dianggap x . Yang x tandanya ≥ 150 , terus $y \leq 150$, $x + y \leq 460$ [SMM1.TAJ6]*
- P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*
- SM : *Karena lebih dari jadi menggunakan tanda \geq , dan karena kurang dari berarti menggunakan tanda \leq . [SMM1.TAJ7]*

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, SM tidak paham kendala yang dimaksud oleh peneliti [SMM1.TAJ5] sehingga dia langsung menyebutkan model matematika yaitu sepatu laki-laki dianggap y dan sepatu wanita dianggap x , x tandanya ≥ 150 , terus $y \leq 150$, $x + y \leq 460$ [SMM1.TAJ6]. Model matematika yang dia tuliskan kurang tepat karena dia tidak menuliskan dan juga tidak menyebutkan kendala non negatifnya yaitu $x \geq 0, y \geq 0$. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu karena lebih dari jadi menggunakan tanda \geq , dan karena kurang dari berarti menggunakan tanda \leq [SMM1.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
- SM : *Mencari keuntungan maksimal bu. [SMM1.TAJ8]*
- P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
- SM : *Kan tadi keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan sepatu wanita Rp5.000,00. Jadi fungsi tujuannya $5000x + 10000y$. [SMM1.TAJ9]*
- P : *Mengapa kamu tidak menuliskan fungsi tujuannya?*
- SM : *Saya lupa bu.. [SMM1.TAJ10]*

Berdasarkan wawancara di atas, SM belum memahami maksud soal dengan baik, karena dia menyebutkan bahwa tujuan soal tersebut untuk mencari keuntungan maksimal [SMM1.TAJ8] padahal yang dicari seharusnya banyak

sepatu agar keuntungan maksimal. SM juga menjelaskan cara memperoleh keuntungan yaitu karena diketahui dalam soal keuntungan sepatu laki-laki Rp10.000 dan wanita Rp5.000 maka dia menjelaskan bahwa fungsi tujuan dalam soal tersebut adalah $f(x, y) = 10000x + 5000y$ [SMM1.TA9], dan SM lupa tidak menuliskan fungsi tujuannya dilembar jawabannya [SMM1.TAJ10].

Pada tahap aksi SM belum mampu menuliskan dan menyebutkan secara lengkap apa yang diketahui dalam soal, SM belum mampu menuliskan dan menyebutkan dengan benar apa yang diketahui dalam soal, SM mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses (TP)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan SM pada tahap proses:

- P : *Apa langkah kamu selanjutnya untuk menyelesaikan soal tersebut? Coba jelaskan langkah-langkahnya!*
- SM : *Menggambar grafiknya bu.* [SMM1.TPJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menggambar grafik?*
- SM : *Menentukan xy nya dulu baru digambar grafiknya ke ini bu apa namanya saya lupa (sambil nunjuk diagram cartesius).* [SMM1.TPJ2]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, SM menjelaskan langkah selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menggambar grafik [SMM1.TPJ1]. SM menjelaskan langkah dalam menggambar grafik yaitu menentukan xy nya dulu baru digambar grafiknya ke ini bu apa namanya saya lupa [SMM1.TPJ2]. Terlihat bahwa

SM juga belum menguasai maupun memahami konsep dari materi sebelumnya. SM tidak mengingat bahwa yang dimaksud xy adalah titik potong dan yang ditunjuk adalah diagram cartesius maksudnya. Berikut cuplikan wawancara lanjutan dengan SM pada tahap proses:

- P : *Bagaimana kamu menentukan DHP dari grafik yang telah kamu gambar?*
- SM : *Diarsir berdasarkan tanda pertidaksamaannya bu tapi ngarsirnya di balik. Terus dicari daerah yang bersih. Itu DHP nya.* [SMM1.TPJ4]
- P : *Dapatkah kamu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan dengan menggunakan metode lain selain yang kamu gunakan?*
- SM : *Belum bisa bu..* [SMM1.TPJ5]

Berdasarkan wawancara lanjutan di atas, SM menjelaskan langkah dia dalam menentukan DHP yaitu diarsir berdasarkan tanda pertidaksamaannya, tetapi mengarsirnya dibalik. Terus dicari daerah yang bersih. Itu DHP nya. [SMM1.TPJ4]. Dalam menentukan nilai optimum SM menjelaskan bahwa dia masih belum mampu untuk menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan cara lain selain cara yang dia pergunakan dan dia juga belum pernah tau cara lain selian yang dia gunakan [SMM1.TPJ5]

Pada tahap proses SM mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala yang telah ditentukan dan mampu menentukan daerah himpunan penyelesaiannya. SM juga mampu menyatakan kembali langkah-langkah nya dalam menggambarkan grafik dan menentukan DHP nya. SM juga mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif dengan menggunakan metode yang telah diajarkan, namun belum

mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enskapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Berikut adalah wawancara yang dilakukan peneliti dengan SM pada tahap objek:

- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan titik-titik optimumnya?*
- PF : *Ini (nunjuk grafik) di grafiknya kan sudah ketemu DHP nya ya bu terus ada titik-titiknya ini (nunjuk titik yang membatasi DHP). Jadi titik optimumnya ketemu (150,0), (310,150), (150,150), dan (460,0)* [PFM1.TOJ1]
- P : *Bagaimana langkah kamu dalam menentukan nilai optimumnya?*
- PF : *Titik-titik yang sudah ketemu tadi dimasukkan ke $5000x+10000y$ terus nanti ketemu keuntungan maksimalnya yaitu 3.050.000* [PFM2.TOJ2]

Berdasarkan wawancara di atas, SM menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan titik-titik optimumnya yaitu dengan menunjuk grafik dan menjelaskan bahwa di grafiknya sudah ketemu DHP nya kemudian terdapat titik-titiknya yang membatasi DHP. Jadi titik optimumnya ketemu (150,0), (310,150), (150,150), dan (460,0) [SMM1.TOJ1]. SM juga menjelaskan langkah-langkahnya dalam menentukan nilai optimum yaitu titik-titik yang sudah ketemu tadi dimasukkan ke $5000x+10000y$ terus nanti ketemu keuntungan maksimalnya yaitu 3.050.000 [SMM1.TOJ2].

Pada tahap objek SM mampu menentukan titik-titik optimum dari suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik Daerah Himpunan Penyelesaian, serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan titik-titik

tersebut. SM mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear serta mampu menjelaskan kembali langkah-langkah dalam menentukan nilai tersebut.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Skema

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek SM pada tahap skema:

- P : *Apa kesimpulan jawaban dari soal yang kamu kerjakan?*
- SM : *Kesimpulannya, keuntungan maksimalnya Rp3.050.000* [SMM1.TSJ1]
- P : *Apakah jawabanmu sudah benar dan sesuai dengan apa yang ditanyakan?*
- SM : *Gak tau buu...hehe* [SMM1.TSJ2]
- P : *Coba Jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- SM : *Yang pertama menentukan model matematikanya, terus dicari xy nya dulu, lalu menggambar grafik, mencari daerah penyelesaian, terus menentukan nilai maksimalnya.* [SMM1.TSJ3]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, SM mampu menyatakan ulang kesimpulan hasil jawaban yang telah dia peroleh yaitu keuntungan maksimalnya Rp3.050.000 [SMM1.TSJ1]. Meskipun kesimpulan yang dia sebutkan masih kurang tepat dengan pertanyaan. Sehingga SM masih ragu akan kebenaran jawaban yang dia peroleh [SMM1.TSJ2]. Kemudian SM mampu menjelaskan kembali langkah-langkah yang dia lakukan dalam menyelesaikan soal tersebut [SMM1.TSJ3].

Pada tahap skema SM mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang

berkaitan dengan program linear, mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksikan tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.

2. Paparan data hasil tes dan wawancara SM dalam menyelesaikan

Masalah 2

1) PT Maxindo
 Diket
 Bp A : 30.000
 B : 50.000
 SMM1.TA1

Kotak A & B min 10
 (x) A : 4 m kabel, 30 ons plastik, 50 ons aluminium
 (y) B : 3 m kabel, 60 ons plastik, 60 ons aluminium
 Jml : 120 m kabel, 120 kg plastik, 300 kg aluminium
 Hrg A = 120.000
 B = 150.000

Ditanya
 a. MM
 b. jml antenna agar laba maks

a. $4x + 3y \leq 120$
 $30x + 60y \leq 1200$
 $50x + 60y \leq 3000$
 SMM1.TA2

Gambar 4.10 Jawaban SM Pada Masalah 2

Berdasarkan gambar 4.10 terlihat bahwa SM menuliskan apa yang diketahui dalam soal yaitu BP $A = 30.000$, $B = 50.000$, Kotak A dan B minimal 10, antenna A dimisalkan x dan membutuhkan 4m kabel, 30 ons plastik, 50 ons aluminium, antenna B dimisalkan y dan membutuhkan 3 m kabel, 60 ons plastik, 60 ons aluminium, jumlah persediaan 120m kabel, 120 kg plastik, 300 kg aluminium, harga $A = 120.000$, $B = 150.000$, dan SM juga menuliskan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan jumlah antenna agar laba maksimum [SMM2.TA1]. Kemudian SM menuliskan model matematika untuk masalah tersebut yaitu $4x + 3y \leq 120$, $30x + 60y \leq 1200$, $50x + 60y \leq 3000$ [SMM2.TA2]. Langkah pengerjaan SM hanya berhenti sampai model matematika, dan dia sudah tidak melanjutkan langkah pengerjaannya.

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara SM pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan SM pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
 SM : *Yang diketahui biaya produksi, harga per unit dan bahan-bahan yang dibutuhkan seperti kabel, plastik, dan aluminium bu.* [SMM2.TAJ1]
 P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
 SM : *Yang ditanyakan model matematika sama banyak antenna yang diproduksi agar laba maksimum.* [SMM2.TAJ2]

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi SM menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu yang diketahui biaya produksi, harga per unit dan bahan-bahan yang dibutuhkan seperti kabel, plastik, dan aluminium bu. [SMM2.TAJ1]. Kemudian SM juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika sama banyak antena yang diproduksi agar laba maksimum [SMM2.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan SM dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
- SM : *Iya bu. antena A dimisalkan x dan antena B dimisalkan y .* [SMM2.TAJ3]
- P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*
- SM : *Ya biasanya dimisalkan begitu bu.* [SMM2.TAJ4]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, SM memisalkan antena A dimisalkan x dan antena B dimisalkan y [SMM2.TAJ3]. Ketika ditanya alasan dia memisalkan x dan y , SM mengatakan bahwa biasanya memang dimisalkan seperti itu [SMM2.TAJ4]. Artinya SM belum memahami dengan betul mengenai variabel keputusan. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan SM pada tahap aksi:

- P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*
- SM : *Model matematikanya ya bu ?* [SMM2.TAJ5]
- P : *Iya sudah model matematikanya bagaimana?*
- SM : *Model matematikanya tadi misalnya antena A dimisalkan x , dan antena B dimisalkan y . Berarti $4x + 3y \leq 120$, $30x + 60y \leq 1200$, $50x + 60y \leq 3000$. Nah itu jadi 1200 karena kg dijadikan ons begitu juga yang 3000 itu.* [SMM2.TAJ6]
- P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*
- SM : *Bahan yang tersedia hanya 120m, 120 kg, dan 300 kg. Jadi tandanya kurang dari bu.* [SMM2.TAJ7]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, SM tidak paham kendala yang dimaksud oleh peneliti [SMM2.TAJ5] sehingga dia langsung menyebutkan model matematika yaitu misalnya antenna A dimisalkan x , dan antenna B dimisalkan y . Berarti $4x + 3y \leq 120$, $30x + 60y \leq 1200$, $50x + 60y \leq 3000$. Nah itu jadi 1200 karena kg dijadikan ons begitu juga yang 3000 itu. [SMM2.TAJ6]. Model matematika yang dia tuliskan kurang tepat karena dia tidak menuliskan dan juga tidak menyebutkan kendala non negatifnya yaitu $x \geq 0, y \geq 0$. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu bahan yang tersedia hanya 120m, 120 kg, dan 300 kg. Jadi tandanya kurang dari [SMM2.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
 SM : *Mencari jumlah antenna agar laba maksimum.* [SMM2.TAJ8]
 P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
 SM : *Saya belum bisa bu... hehehe* [SMM2.TAJ9]

Berdasarkan wawancara di atas, SM menyebutkan apa tujuan dari soal tersebut yaitu mencari jumlah antenna agar laba maksimum [SMM2.TAJ8]. Akan tetapi SM tidak menuliskan ataupun menyebutkan fungsi tujuannya karena dia tidak bisa [SMM2.TAJ9].

Pada tahap aksi SM belum mampu menuliskan dan menyebutkan secara lengkap apa yang diketahui dalam soal, SM belum mampu menuliskan dan menyebutkan dengan benar apa yang diketahui dalam soal, SM mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, yang dibentuk dalam

model matematika akan tetapi SM belum mampu menentukan kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan SM dalam menyelesaikan M2 pada tahap proses:

- P : *Mengapa kamu tidak melanjutkan ke langkah selanjutnya?*
 SM : *Saya sudah tidak bisa bu..* [SMM2.TPJ1]

Berdasarkan hasil wawancara di atas, subjek SM sudah tidak melanjutkan langkah pengerjaannya ke langkah berikutnya karena dia sudah tidak bisa [SMM2.TPJ2]. Berdasarkan hasil wawancara dan tes tulis dengan subjek SM maka SM belum mencapai pemahaman konsep pada tahap proses dan belum mampu mencapai indikator pada tahap proses. SM belum mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear, belum mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaiannya, belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif baik menggunakan metode yang telah diajarkan maupun menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Karena pada tahap sebelumnya subjek SM sudah tidak bisa mencapai semua indikatornya, maka pada tahap objek pun dia juga tidak dapat mencapai semua indikatornya. Pada tahap objek ini SM belum mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik dari Daerah Himpunan Penyelesaiannya, dan SM juga belum mampu menentukan nilai optimum suatu

fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Tahap Skema (TS)

Berikut cuplikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan SM pada tahap skema:

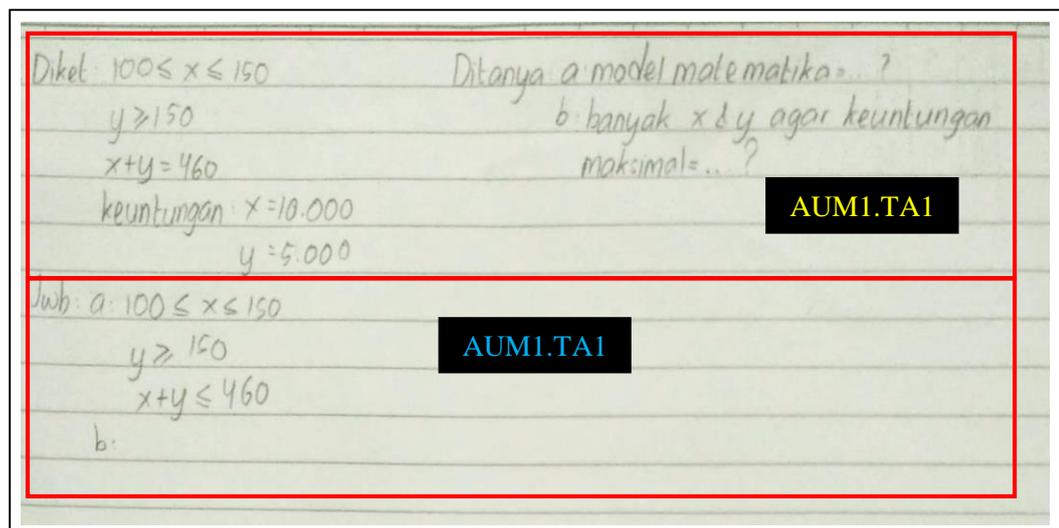
- P : *Ya sudah sekarang coba jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- SM : *Yang pertama ditulis dulu yang diketahui dan ditanya. Terus dibuat model matematikanya. Terus menggambar grafik, dicari DHP nya, lalu nanti mendapat kan titik-tiknya Bu. trus dicari laba maksimumnya. Tapi saya tidak bisa.hehehe* [SMM2.TSJ1]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, pada tahap skema SM mampu menjelaskan kembali langkah-langkahnya dalam menyelesaikan M2 yaitu yang pertama ditulis dulu yang diketahui dan ditanya, terus dibuat model matematikanya, terus menggambar grafik, dicari DHP nya, lalu nanti mendapat kan titik-tiknya, trus dicari laba maksimumnya, tapi saya tidak bisa [SMM2.TSJ1].

Tahap skema adalah suatu tahap yang merupakan kumpulan dari aksi, proses, objek, dan mungkin skema lain yang akan dihubungkan dan dibentuk menjadi skema baru. Namun SM tidak mampu mencapai tahap proses dan objek, sehingga SM juga belum bisa sampai pada tahap yang lebih tinggi lagi yaitu tahap skema. Pada tahap ini SM sudah mampu untuk mengubah kalimat verbal menjadi kalimat matematika yang dituangkan dalam model matematika, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear namun belum jelas sampai akhir. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada

tahap skema ini SM mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, belum mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, belum mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta belum mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear dengan jelas dan sistematis.

3. Paparan data hasil tes dan wawancara AU dalam menyelesaikan Masalah 1



Gambar 4.11 Jawaban AU Pada Masalah 1

Berdasarkan gambar 4.11 di atas, terlihat bahwa AU menuliskan apa yang diketahui dalam soal yang langsung dibuat model matematikanya yaitu $100 \leq x \leq$

$150, y \geq 150, x + y = 460$, keuntungan $x = 10.000$ dan $y = 5.000$ serta AU juga menuliskan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyak x dan y agar keuntungan maksimal [AUM1.TA1]. Kemudian AU menjawab soal bagian pertama yaitu model matematika. AU menuliskan model matematikanya yaitu $100 \leq x \leq 150, y \geq 150, x + y \leq 460$ [AUM1.TA2]. Langkah pengerjaan AU hanya berhenti sampai model matematika, dan dia sudah tidak melanjutkan langkah pengerjaannya.

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara AU pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan AU pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
 AU : *Yang diketahui yang pertama sepatu laki-laki paling sedikit 100 pasang, lalu sepatu wanita paling sedikit 150. Toko tersebut dapat memuat 460 sepatu. Terus keuntungan dari penjualan setiap pasang sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan wanita Rp5.000,00. Sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150 pasang.* [AUM1.TAJ1]
 P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
 AU : *Yang ditanyakan model matematika dan banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungannya maksimal.* [AUM1.TAJ2]

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi AU mampu menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu sepatu laki-laki paling sedikit

100 pasang, lalu sepatu wanita paling sedikit 150. Toko tersebut dapat memuat 460 sepatu. Terus keuntungan dari penjualan setiap pasang sepatu laki-laki Rp10.000,00 dan wanita Rp5.000,00. Sepatu laki-laki tidak boleh melebihi 150 pasang [AUM1.TAJ1]. Kemudian SM juga mampu menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyak sepatu laki-laki dan perempuan agar keuntungannya maksimal [AUM1.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan AU dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
- AU : *Iya bu. sepatu laki-laki dimisalkan x dan sepatu wanita y .* [AUM1.TAJ3]
- P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*
- AU : *Ya biasanya dimisalkan begitu bu..* [AUM1.TAJ4]
- P : *Apakah simbol x dan y yang kamu tuliskan sudah jelas maksudnya?*
- AU : *Belum bu. Saya lupa tidak menuliskan maksud x dan y disitu (nunjuk lembar jawaban).* [AUM1.TAJ5]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, AU memisalkan sepatu laki-laki dimisalkan x dan sepatu wanita y [AUM1.TAJ3]. Ketika ditanya alasan dia memisalkan x dan y , AU mengatakan bahwa biasanya memang dimisalkan seperti itu [AUM1.TAJ4]. Artinya AU belum memahami dengan betul mengenai variabel keputusan. Selain itu simbol x dan y yang dituliskan AU juga belum jelas dan dia lupa untuk menuliskan maksud dari simbol tersebut [AUM1.TAJ5]. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan AU pada tahap aksi:

- P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*
- AU : *Model matematikanya ya bu ?* [AUM1.TAJ5]

- P : *Iya sudah model matematikanya bagaimana?*
- AU : *Model matematikanya tadi misalnya sepatu laki-laki dimisalkan x , disitu tertera bahwa paling sedikit 100 pasang dan tidak boleh melebihi 150 pasang. Jadi sepatu laki-laki antara 100-150 pasang atau $100 \leq x \leq 150$. Lalu sepatu wanita dimisalkan y , disitu tertera paling sedikit 150 pasang, jadi $y \geq 150$. Ada lagi $x + y \leq 460$.* [AUM1.TAJ6]
- P : *Mengapa kamu menggunakan tanda pertidaksamaan tersebut?*
- AU : *Karena paling sedikit 100 pasang dan tidak boleh melebihi 150 pasang jadi tandanya ada yang lebih dari dan ada yang kurang dari. Terus ada yang paling sedikit jadi tandanya lebih dari.* [AUM1.TAJ7]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, AU tidak paham kendala yang dimaksud oleh peneliti [AUM1.TAJ5] sehingga dia langsung menyebutkan model matematika yaitu misalnya sepatu laki-laki dimisalkan x , disitu tertera bahwa paling sedikit 100 pasang dan tidak boleh melebihi 150 pasang. Jadi sepatu laki-laki antara 100-150 pasang atau $100 \leq x \leq 150$. Lalu sepatu wanita dimisalkan y , disitu tertera paling sedikit 150 pasang, jadi $y \geq 150$. Ada lagi $x + y \leq 460$ [AUM1.TAJ6]. Model matematika yang dia tuliskan kurang tepat karena dia tidak menuliskan dan juga tidak menyebutkan kendala non negatifnya yaitu $x \geq 0, y \geq 0$. Dia menjelaskan mengenai penggunaan tanda pertidaksamaan seperti yang telah dia tentukan yaitu karena paling sedikit 100 pasang dan tidak boleh melebihi 150 pasang jadi tandanya ada yang lebih dari dan ada yang kurang dari. Terus ada yang paling sedikit jadi tandanya lebih dari [AUM1.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
- AU : *Mencari banyak sepatu agar keuntungan maksimal.* [AUM1.TAJ8]
- P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
- AU : *Saya tidak bisa bu.* [AUM1.TAJ9]

Berdasarkan wawancara di atas, AU menyebutkan apa tujuan dari soal tersebut yaitu mencari banyak sepatu agar keuntungan maksimal [AUM1.TAJ8]. Akan tetapi AU tidak menuliskan ataupun menyebutkan fungsi tujuannya karena dia tidak bisa [AUM1.TA9].

Pada tahap aksi AU mampu menuliskan dan menyebutkan secara lengkap apa yang diketahui dalam soal, AU mampu menuliskan dan menyebutkan dengan benar apa yang diketahui dalam soal, AU mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, yang dibentuk dalam model matematika akan tetapi AU belum mampu menentukan kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan AU dalam menyelesaikan M1 pada tahap proses:

- P : *Mengapa kamu tidak melanjutkan ke langkah selanjutnya?*
 AU : *Saya sudah tidak bisa bu. Saya bingung mau ngapain.* [AUM1.TPJ1]

Berdasarkan hasil wawancara di atas, subjek AU sudah tidak melanjutkan langkah pengerjaannya ke langkah berikutnya karena dia sudah tidak bisa dan bingung akan melakukan apa [AUM1.TPJ2]. Berdasarkan hasil wawancara dan tes tulis dengan subjek AU maka AU belum mencapai pemahaman konsep pada tahap proses dan belum mampu mencapai indikator pada tahap proses. AU belum mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan

linear, belum mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaiannya, belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif baik menggunakan metode yang telah diajarkan maupun menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Karena pada tahap sebelumnya subjek AU sudah tidak bisa mencapai semua indikatornya, maka pada tahap objek pun dia juga tidak dapat mencapai semua indikatornya. Pada tahap objek ini AU belum mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik dari Daerah Himpunan Penyelesaiannya, dan AU juga belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Tahap Skema (TS)

Berikut cuplikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan AU pada tahap skema:

- P : *Ya sudah sekarang coba jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- AU : *Yang pertama ditulis dulu diketahuinya, terus yang [AUM1.TSJ1] ditanyakan pada soal, setelah itu meminta jawaban apa. Terus dijawab, penyelesaiannya ditulis model matematika, terus saya tidak kepikiran Bu mau diapakan*

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, pada tahap skema AU mampu menjelaskan kembali langkah-langkahnya dalam menyelesaikan M1 yaitu yang pertama ditulis dulu diketahuinya, terus yang ditanyakan pada soal, setelah itu

meminta jawaban apa. Terus dijawab, penyelesaiannya ditulis model matematika, terus saya tidak kepikiran mau diapakan [AUM1.TSJ1].

Tahap skema adalah suatu tahap yang merupakan kumpulan dari aksi, proses, objek, dan mungkin skema lain yang akan dihubungkan dan dibentuk menjadi skema baru. Namun AU tidak mampu mencapai tahap proses dan objek, sehingga AU juga belum bisa sampai pada tahap yang lebih tinggi lagi yaitu tahap skema. Pada tahap ini AU sudah mampu untuk mengubah kalimat verbal menjadi kalimat matematika yang dituangkan dalam model matematika, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear namun belum jelas sampai akhir. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada tahap skema ini AU mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, belum mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, belum mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta belum mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear dengan jelas dan sistematis.

4. Paparan data hasil tes dan wawancara AU dalam menyelesaikan

Masalah 2

Diket: Harga A = 120.000
 B = 150.000
 Biaya produksi A = 30.000
 B = 50.000
 Pemesanan min = 10

	kabel	plastik	aluminium
(x)A	4	30	50
(y)B	3	60	60
	120	120	300

Ditanya: a. model matematika = ... ?
 b. banyak antena A & B yg hrs diproduksi agar laba maksimum?

Jwb: a. $4x + 3y = 120$
 $x + 2y = 40$
 $5x + 6y = 30$
 b.

AUM2.TA1

AUM2.TA2

Gambar 4.12 Jawaban AU Pada M2

Berdasarkan gambar 4.12 terlihat bahwa AU menuliskan apa yang diketahui dalam soal yaitu harga $A = 120.000$, $B = 150.000$, biaya produksi $A = 30.000$ dan $B = 50.000$, pemesanan minimal 10, kemudian AU menuliskan bahan-bahannya dalam bentuk tabel, selain itu AU juga menuliskan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model matematika dan banyak antena A dan B yang harus diproduksi agar laba maksimal [AUM2.TA1]. Kemudian AU menuliskan model matematika untuk masalah tersebut yaitu $4x + 3y = 120$, $x + 2y = 40$, $5x + 6y = 30$ [AUM2.TA2]. Model matematika yang dituliskan AU belum tepat karena dia menggunakan tanda persamaan, bukan pertidaksamaan. Langkah pengerjaan AU hanya berhenti sampai model matematika, dan dia sudah tidak melanjutkan langkah pengerjaannya.

Berdasarkan jawaban tertulis di atas, maka juga dilakukan wawancara untuk mengungkap pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan Teori APOS pada materi program linear. Berikut adalah data hasil wawancara AU pada tahap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian akan dideskripsikan.

a. Tahap Aksi (TA)

Berikut ini adalah petikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan AU pada tahap aksi:

- P : *Apa yang diketahui dalam soal?*
 AU : *Yang diketahui yaitu dua jenis antena A dan B [AUM2.TAJ1] dengan harga A 120.000 dan harganya B 150.000. biaya produksi A 30.000 biaya produksi B 50.000. pemesanan minimal 10. Terus antena A membutuhkan 4m kabel, 30 ons plastik, dan 50 ons aluminium. Antena B 3 m kabel, 60 ons plastik, dan 60 ons aluminium. Persediaanya 120 m kabel, 120 kg plastik, dan 300 kg aluminium.*
- P : *Apa yang ditanyakan dalam soal?*
 AU : *Yang ditanyakan model matematika dan banyak [AUM2.TAJ2] antena A dan B yang harus diproduksi agar laba maksimal.*

Berdasarkan petikan wawancara di atas pada tahap aksi AU menyebutkan apa yang diketahui dalam soal yaitu dua jenis antena A dan B dengan harga A 120.000 dan harganya B 150.000. biaya produksi A 30.000 biaya produksi B 50.000. pemesanan minimal 10. Terus antena A membutuhkan 4m kabel, 30 ons plastik, dan 50 ons aluminium. Antena B 3 m kabel, 60 ons plastik, dan 60 ons aluminium. Persediaanya 120 m kabel, 120 kg plastik, dan 300 kg aluminium [AUM2.TAJ1]. Kemudian AU juga menyebutkan apa yang ditanyakan dalam soal yaitu model

matematika dan banyak antenna A dan B yang harus diproduksi agar laba maksimal [AUM2.TAJ2]. Berikut keterangan lanjutan AU dalam wawancara yang dilakukan:

- P : *Apakah kamu menggunakan pemisalan untuk menyelesaikan soal ini?*
 AU : *Iya bu. Antena A dimisalkan x dan antena B dimisalkan y .* [AUM2.TAJ3]
 P : *Mengapa kamu menggunakan pemisalan?*
 AU : *Ya biasanya dimisalkan begitu bu.* [AUM2.TAJ4]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, dalam membuat model matematika, SM memisalkan antena A dimisalkan x dan antena B dimisalkan y [AUM2.TAJ3]. Ketika ditanya alasan dia memisalkan x dan y , AU mengatakan bahwa biasanya memang dimisalkan seperti itu [AUM2.TAJ4]. Artinya AU belum memahami dengan betul mengenai variabel keputusan. Berikut keterangan lanjutan wawancara yang dilakukan dengan AU pada tahap aksi:

- P : *Apa saja kendala dalam soal tersebut?*
 AU : *Model matematikanya ya bu ?* [AUM2.TAJ5]
 P : *Iya sudah model matematikanya bagaimana?*
 AU : *Model matematikanya $4x+3y=120$, $x+2y=40$, dan $5x+6y=30$.* [AUM2.TAJ6]
 P : *Mengapa kamu menuliskan sebuah persamaan? Kenapa bukan sebuah pertidaksamaan?*
 AU : *Karena saya tidak tahu harus menggunakan tanda pertidaksamaan yang bagaimana bu.* [AUM2.TAJ7]

Berdasarkan petikan wawancara lanjutan di atas, AU tidak paham kendala yang dimaksud oleh peneliti [AUM2.TAJ5] sehingga dia langsung menyebutkan model matematikanya yaitu $4x + 3y = 120$, $x + 2y = 40$, dan $5x + 6y = 30$. [AUM2.TAJ6]. Dalam menuliskan model matematika AU menggunakan persamaan bukan pertidaksamaan. Ketika ditanya AU tidak mengetahui harus

menggunakan tanda pertidaksamaan apa sehingga dia menggunakan tanda persamaan [AUM2.TAJ7].

- P : *Apa tujuan dari soal tersebut?*
 AU : *Mencari banyak antena A dan B yang diproduksi agar laba maksimum* [AUM2.TAJ8]
 P : *Bagaimana kamu menentukan fungsi tujuan dari soal tersebut?*
 AU : *Saya tidak bisa bu..* [AUM2.TAJ9]

Berdasarkan wawancara di atas, AU menyebutkan apa tujuan dari soal tersebut yaitu mencari banyak antena A dan B yang diproduksi agar laba maksimum [AUM2.TAJ8]. Akan tetapi AU tidak menuliskan ataupun menyebutkan fungsi tujuannya karena dia tidak bisa [AUM2.TAJ9].

Pada tahap aksi AU belum mampu menuliskan dan menyebutkan secara lengkap apa yang diketahui dalam soal, AU belum mampu menuliskan dan menyebutkan dengan benar apa yang diketahui dalam soal, AU mampu menentukan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala, yang dibentuk dalam model matematika akan tetapi AU belum mampu menentukan kendala non-negatif, dan juga fungsi tujuan yang dituangkan dalam suatu model matematika.

b. Interiorisasi : dari Tahap Aksi ke Tahap Proses

Berikut wawancara yang dilakukan peneliti dengan AU dalam menyelesaikan M2 pada tahap proses:

- P : *Mengapa kamu tidak melanjutkan ke langkah selanjutnya?*
 AU : *Saya sudah tidak bisa bu. Saya bingung mau ngapain.* [AUM2.TPJ1]

Berdasarkan hasil wawancara di atas, subjek AU sudah tidak melanjutkan langkah pengerjaannya ke langkah berikutnya karena dia sudah tidak bisa dan bingung akan melakukan apa [AUM1.TPJ2]. Berdasarkan hasil wawancara dan tes tulis dengan subjek AU maka AU belum mencapai pemahaman konsep pada tahap proses dan belum mampu mencapai indikator pada tahap proses. AU belum mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear, belum mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaiannya, belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi objektif baik menggunakan metode yang telah diajarkan maupun menggunakan metode lain yang belum diajarkan sebelumnya.

c. Enkapsulasi : dari Tahap Proses ke Tahap Objek (TO)

Karena pada tahap sebelumnya subjek AU sudah tidak bisa mencapai semua indikatornya, maka pada tahap objek pun dia juga tidak dapat mencapai semua indikatornya. Pada tahap objek ini AU belum mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan karakteristik dari Daerah Himpunan Penyelesaiannya, dan AU juga belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.

d. Tematisasi : dari Tahap Objek ke Tahap Skema (TS)

Berikut cuplikan wawancara yang dilakukan peneliti dengan AU pada tahap skema:

- P : *Ya sudah sekarang coba jelaskan kembali langkah-langkah kamu dalam mengerjakan soal tersebut!*
- AU : *Yang pertama ditulis apa yang diketahui, terus apa yang ditanya, terus dikerjakan. Yang pertama ditulis model matematikanya, setelah itu dicari titik x dan titik y , dan saya sudah tidak kepikiran itu Bu,,,hehe.* [AUM2.TSJ1]

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, pada tahap skema AU mampu menjelaskan kembali langkah-langkahnya dalam menyelesaikan M2 yaitu yang pertama ditulis apa yang diketahui, terus apa yang ditanya, terus dikerjakan. Yang pertama ditulis model matematikanya, setelah itu dicari titik x dan titik y , dan saya sudah tidak kepikiran itu Bu [AUM2.TSJ1].

Tahap skema adalah suatu tahap yang merupakan kumpulan dari aksi, proses, objek, dan mungkin skema lain yang akan dihubungkan dan dibentuk menjadi skema baru. Namun AU tidak mampu mencapai tahap proses dan objek, sehingga AU juga belum bisa sampai pada tahap yang lebih tinggi lagi yaitu tahap skema. Pada tahap ini AU sudah mampu untuk mengubah kalimat verbal menjadi kalimat matematika yang dituangkan dalam model matematika, serta mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear namun belum jelas sampai akhir. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada tahap skema ini AU mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika dari masalah program linear, belum mampu

menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear, belum mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat dan sesuai prosedur, belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan, serta belum mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear dengan jelas dan sistematis.

Berdasarkan paparan data di atas dapat diketahui indikator pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan teori APOS pada SM dan AU dalam menyelesaikan M1 dan M2 yang akan disajikan dalam Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Pemahaman Konsep Matematis Siswa Berkemampuan Rendah Berdasarkan Teori APOS

Tahap	Indikator Pemahaman Konsep Berdasarkan Teori APOS		
	Subjek SM	Subjek AU	Subjek Berkemampuan Rendah
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal ✓ Mampu menjelaskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. ✓ Mampu menentukan dan menjelaskan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala yang dituangkan dalam model matematika. ✓ Belum mampu menentukan 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal ✓ Mampu menjelaskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. ✓ Mampu menentukan dan menjelaskan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala yang dituangkan dalam model matematika. ✓ Belum mampu menentukan 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal ✓ Mampu menjelaskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. ✓ Mampu menentukan dan menjelaskan mana yang termasuk variabel keputusan, fungsi kendala yang dituangkan dalam model matematika. ✓ Belum mampu menentukan kendala non-negatif dan fungsi tujuan yang dituangkan dalam model matematika.

	kendala non-negatif dan fungsi tujuan yang dituangkan dalam model matematika.	kendala non-negatif dan fungsi tujuan yang dituangkan dalam model matematika.	
Proses	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belum mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear. ✓ Belum mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaian. ✓ Belum mampu menjelaskan langkah-langkah dalam menggambar grafik dan menentukan DHP dengan jelas. ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan baik menggunakan metode yang telah diajarkan sebelumnya atau metode lain yang belum diajarkan. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belum mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear. ✓ Belum mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaian. ✓ Belum mampu menjelaskan langkah-langkah dalam menggambar grafik dan menentukan DHP dengan jelas. ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan baik menggunakan metode yang telah diajarkan sebelumnya atau metode lain yang belum diajarkan. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belum mampu menggambarkan grafik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear. ✓ Belum mampu menentukan Daerah Himpunan Penyelesaian. ✓ Belum mampu menjelaskan langkah-langkah dalam menggambar grafik dan menentukan DHP dengan jelas. ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan baik menggunakan metode yang telah diajarkan sebelumnya atau metode lain yang belum diajarkan.
Objek	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belum mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan Daerah Himpunan Penyelesaian ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belum mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan Daerah Himpunan Penyelesaian ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belum mampu menentukan titik-titik optimum suatu fungsi kendala berdasarkan Daerah Himpunan Penyelesaian ✓ Belum mampu menentukan nilai optimum suatu fungsi tujuan berdasarkan karakteristik dari fungsi kendala atau sistem pertidaksamaan linear.

Skema	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika. ✓ Belum mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear. ✓ Belum mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat sesuai prosedur. ✓ Belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan benar menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan. ✓ Mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika. ✓ Belum mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear. ✓ Belum mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat sesuai prosedur. ✓ Belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan benar menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan. ✓ Mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mampu mengubah kalimat verbal ke dalam kalimat matematika dengan membuat model matematika. ✓ Belum mampu menggunakan konsep serta prosedur dalam menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan program linear. ✓ Belum mampu menggunakan dan memilih prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal program linear dengan tepat sesuai prosedur. ✓ Belum mampu menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan benar menggunakan aksi, proses, objek, dan skema lain dari suatu permasalahan. ✓ Mampu merefleksi tentang cara-cara yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear.
-------	--	--	--