

STUDI PUSTAKA GRAFIK KRISTALISASI REAKSI HEMIHYDRATE DAN DEHYDRATE UNIT PHOSPORIC ACID IIIA PT PETROKIMIA GRESIK

Literature Study Graphic Crystallization Of Hemihydrate And Dehydrate Reactions Of Phosphoric Acid IIIA Unit Pt Petrokimia Gresik

Rizky Ichwan^{1*}, Delfian Lutfiananda²

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia, 50229

²PT Petrokimia Gresik, Jl. Jend Ahmad Yani, Gresik, Indonesia, 61119

*Corresponding Author: rizkyichwan450@gmail.com

ABSTRAK: Dalam *wet process* produksi asam fosfat menggunakan asam sulfat sebagai media penetrasi terhadap *phosphate rock*. Proses ini menghasilkan produk samping *phospho gypsum* secara signifikan lebih besar daripada produk asam fosfat. Dalam *wet process* terjadi reaksi *hemihydrate* dan reaksi *dehydrate*. Reaksi *hemihydrate* dan reaksi *dehydrate* merupakan reaksi antara *phosphate rock* dengan asam sulfat di bagian *pre-mixer*, *digester*, dan tangki hidrasi. Pendekatan proses kristalisasi *phospho gypsum* dapat digambarkan pada grafik kristalisasi antara %CaO dan %SO₄. Data proses produksi asam fosfat di PA IIIA PT Petrokimia Gresik diambil pada rentang bulan Januari – Desember 2022 yang memakai *phosphate rock* jenis Mesir, Jordan, dan Maroko dan bulan Agustus 2023 yang memakai *phosphate rock* jenis Aljazair berdasarkan parameter produk yang sudah ditentukan. Dengan memasukkan beberapa parameter rate produksi didapatkan hasil bahwa ada perbedaan secara visual dalam grafik kristalisasi dari perbedaan bahan baku *phosphate rock*.

Kata kunci : *Hemihydrate, Dehydrate, Kristalisasi*

ABSTRACT: In the *wet process*, phosphoric acid production uses sulfuric acid as a penetration medium for phosphate rock. This process produces a significantly greater gypsum phosphate byproduct than the phosphoric acid product. In the *wet process*, hemihydrate reactions and dehydration reactions occur. The hemihydrate reaction and dehydration reaction are reactions between phosphate rock and sulfuric acid in the pre-mixer, digester and hydration tank. The approach to the crystallization process of phospho gypsum can be depicted on the crystallization graph between %CaO and %SO₄. Data on the phosphoric acid production process at PA IIIA PT Petrokimia Gresik was taken in the period January – December 2022 using Egyptian, Jordan, and Moroccan phosphate rock and in August 2023 using Algerian type phosphate rock based on predetermined product parameters. By entering several production rate parameters, the results obtained show that there are visual differences in the crystallization graph of different phosphate rock raw materials.

Keywords : *Hemihydrate, Dehydrate, Crystallization*

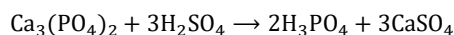
1. PENDAHULUAN

Reaksi *hemihydrate* dan reaksi *dehydrate* merupakan reaksi antara *phosphate rock* dengan asam sulfat di bagian *pre-mixer* (R-2301), *digester* (R-2302A dan R-2302B/C), dan tangki hidrasi (R-2401A/B). Pendekatan proses

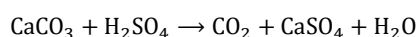
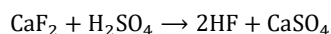
kristalisasi dapat digambarkan pada grafik kristalisasi antara %CaO dan %SO₄. Diketahui proses produksi asam fosfat di PA IIIA PT Petrokimia Gresik pada rentang bulan Agustus memakai *phosphate rock* jenis Aljazair dan menghasilkan *phospho*

gypsum yang kurang bagus. Dengan demikian, proses kristalisasi dapat diamati dengan memperhatikan data rate produksi dan kandungan CaO dan SO₃ pada phosphate rock dengan memperbandingkan jenis phosphate rock yang dipakai dalam produksi asam fosfat di PA IIIA PT Petrokimia Gresik.

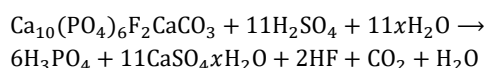
Dalam *wet process* produksi asam fosfat menggunakan asam sulfat sebagai media penetrasi terhadap *phosphate rock*. Proses ini menghasilkan produk samping *phospo gypsum* secara signifikan lebih besar daripada produk asam fosfat dengan perbandingan 5 ton *phospo gypsum* dari 1 ton produksi asam fosfat (Tayibi *et al*, 2009). Dalam *wet process*, *phosphate rock* dilarutkan dalam larutan asam fosfat dan asam sulfat ditambahkan untuk mengendapkan kalsium sesuai dengan reaksi keseluruhan sebagai berikut.



Berbagai reaksi samping terjadi secara bersamaan, yang paling penting adalah reaksi asam sulfat pada kalsium fluorida dan kalsium karbonat.

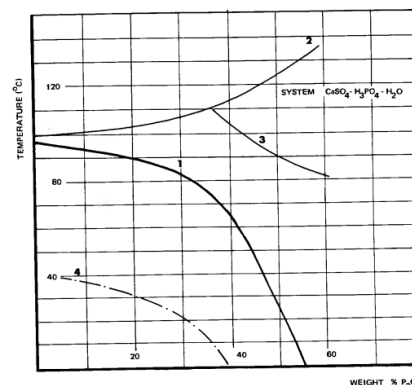


Sehingga proses keseluruhan reaksi dapat dijabarkan sebagai berikut.



Kalsium sulfat yang terbentuk dalam reaksi dapat berada dalam tiga tahap hidrasi karena dipengaruhi oleh suhu reaksi dan konsentrasi asam fosfat

sehingga menghasilkan anhidrit, hemihidrat atau dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ dengan $x = 0, \frac{1}{2}$ atau 2). Diagram fase yang menggambarkan tiga bentuk kalsium sulfat diberikan pada gambar dibawah.



Gambar 1. Diagram fase pembentukan kalsium sulfat

Teknologi proses produksi asam fosfat dengan menggunakan *wet process* adalah proses hemihidrat dan hemidihidrat (Gobbitt, J. M., 2012). Proses hemihidrat (HH) menghasilkan produk hingga 49% P₂O₅. Kalsium sulfat hemihidrat dibuang sebagai produk samping. Produk asam yang dihasilkan dapat dikonsentrasikan lebih lanjut melalui penguapan jika diperlukan untuk penggunaan hilir.

Proses hemidihidrat (HDH) menghasilkan produk hingga 50% P₂O₅ dengan efisiensi perolehan P₂O₅ yang tinggi. Proses ini adalah proses dua tahap dengan kalsium sulfat hemihidrat yang terbentuk pada tahap pertama diubah menjadi *gypsum* dihidrat pada tahap kedua sebelum dibuang sebagai produk samping (Gobbitt, J. M., 2012).

2. METODE PENELITIAN

Populasi dalam penelitian ini meliputi data *rate* produksi *phosphoric acid* dari bulan Januari – Desember 2022 dan bulan Agustus 2023. Di rentang bulan Januari – Desember 2022 merupakan data produksi asam fosfat menggunakan bahan baku *phosphate rock* jenis Mesir, Jordan, dan Maroko. Sedangkan di bulan Agustus 2023 merupakan data produksi asam fosfat menggunakan bahan baku *phosphate rock* jenis Aljazair. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan memperbandingkan hasil-hasil terbaik dari jenis *phosphate rock* yang dipakai antara lain Mesir, Jordan, Maroko, Aljazair. Data yang diambil adalah data produksi yang menghasilkan phospho gypsum dengan kualitas sesuai baku mutu yang ditetapkan antara lain P_2O_5 larut dalam air sebesar *max* 0,7%, H_2O bebas sebesar *max* 29%, H_2O kristal sebesar *min* 17%.

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software* Microsoft Office. Bahan yang digunakan adalah data *rate* produksi *phosphoric acid* Produksi IIIA PT Petrokimia Gresik dari Januari – Desember 2022 dan bulan Agustus 2023.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1. Pengambilan Sampel

Persiapan sampel dengan merekapitulasi data *rate* produksi *phosphoric acid* Produksi IIIA PT Petrokimia Gresik.

2.2.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dengan dengan mengklasifikasikan hasil produk *phospho*

gypsum dari jenis *phosphate rock* yang dipakai sesuai baku mutu yang ditetapkan. Setelah itu memasukkan data *rate* produksi dimulai dari data umpan *phosphate rock*, data *return acid*, data *fresh acid*, data *recycle slurry*, dan data *spray acid*.

2.3 Analisis Data

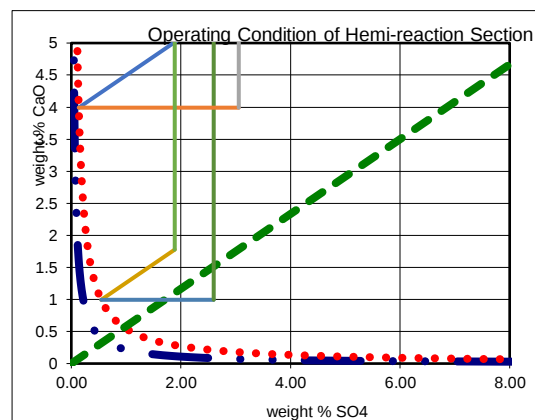
Permodelan dilakukan dengan membandingkan hasil grafik kristalisasi hemihydrate dan dehydrate pada jenis *phosphate rock* yang dipakai yang menghasilkan produk *phospho gypsum* yang sesuai baku mutu yang ditetapkan. Selain itu, permodelan juga membandingkan berdasarkan kualitas *phosphate rock* dari *low grade*, *medium grade*, dan *high grade*.

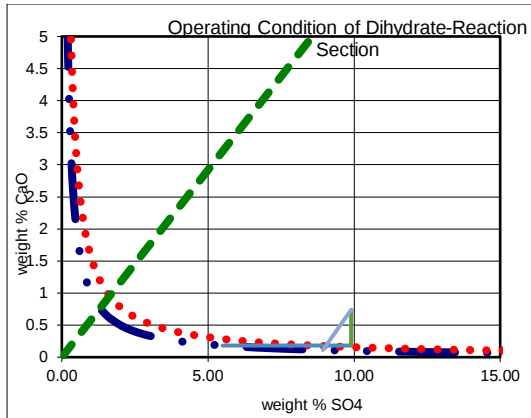
2.3.1. Phosphate Rock Jordan

Hasil grafik kristalisasi reaksi hemihydrate dan dehydrate produksi asam fosfat dengan bahan baku *phosphate rock* Jordan diambil dari data *rate* produksi bulan April, Oktober, dan November 2022.

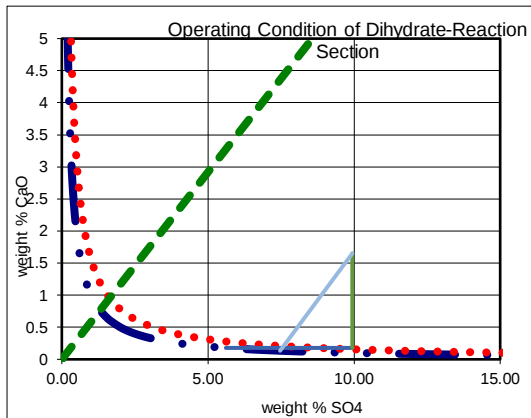
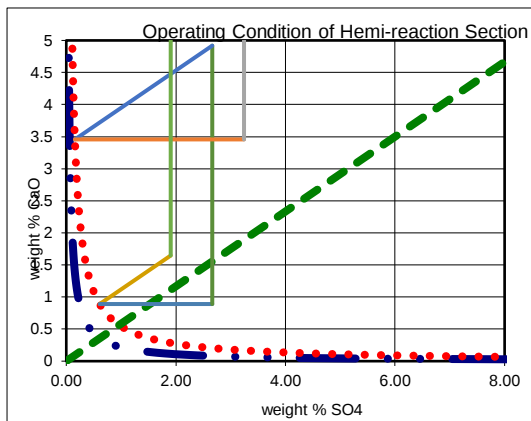
Untuk grafik kristalisasi *phosphate rock low grade* antara lain sebagai berikut.

1. Jordan – 13 Oktober 2022

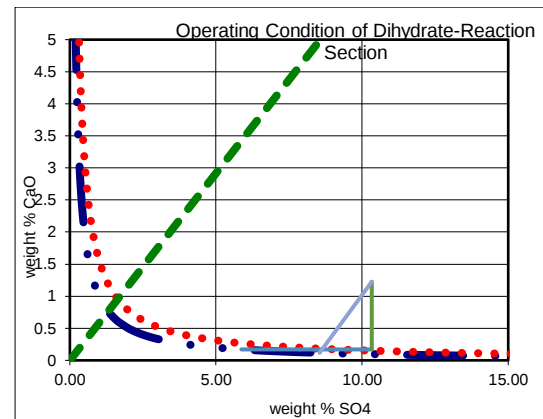
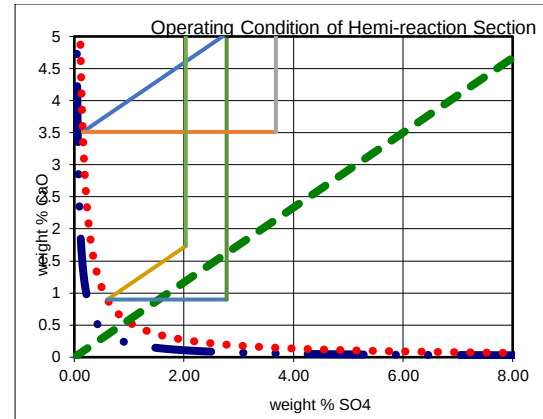




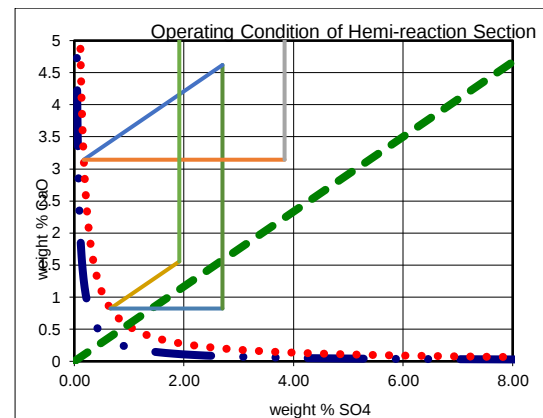
2. Jordan - 14 Oktober 2022

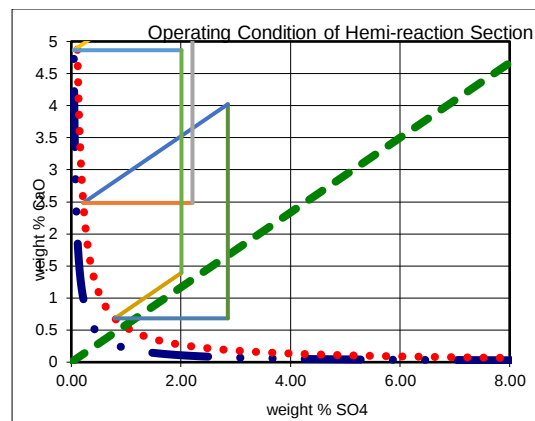
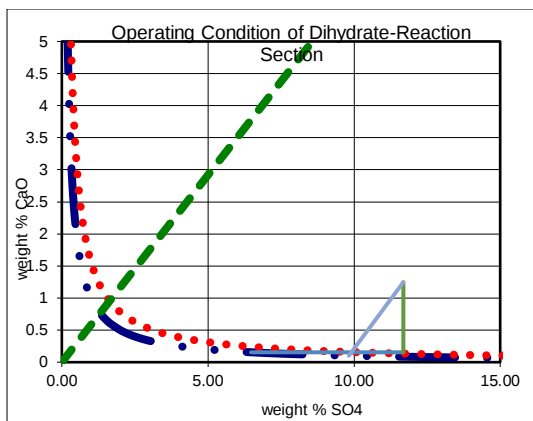


3. Jordan - 16 Oktober 2022

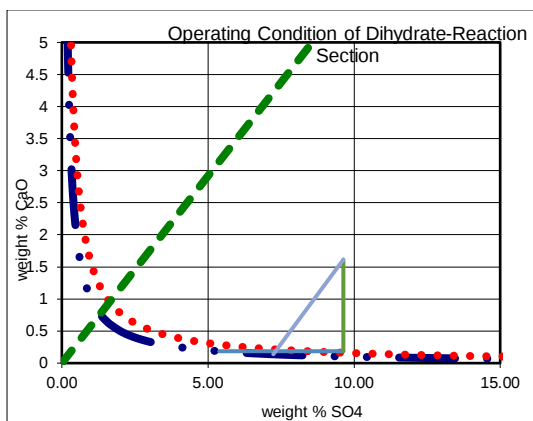
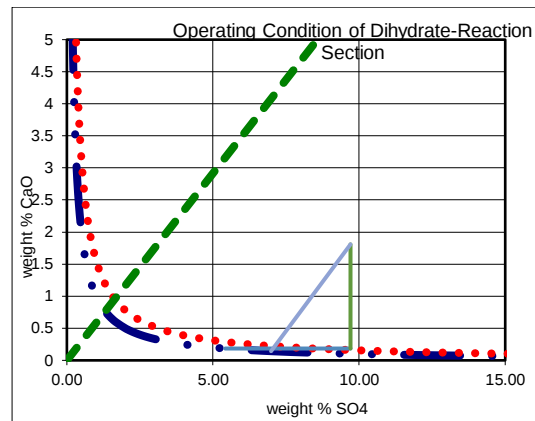
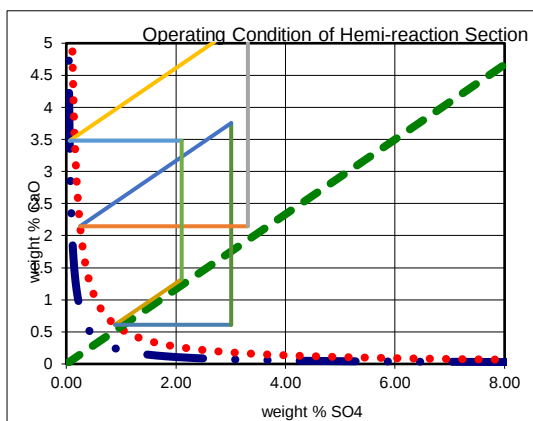


4. Jordan – 19 Oktober 2022



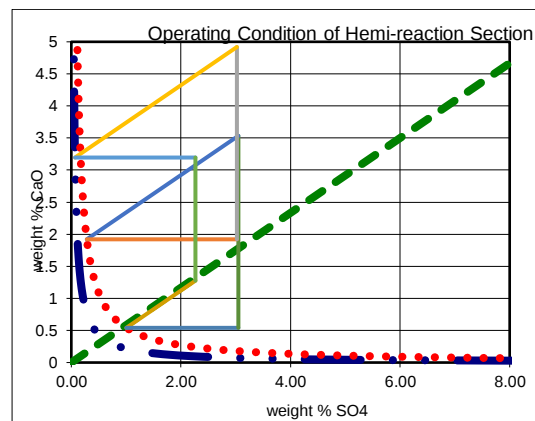


5. Jordan – 18 November 2022

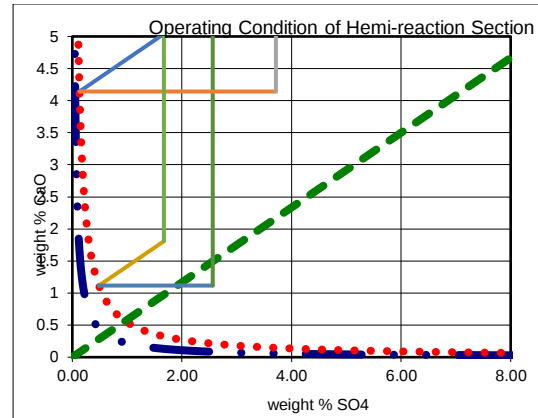
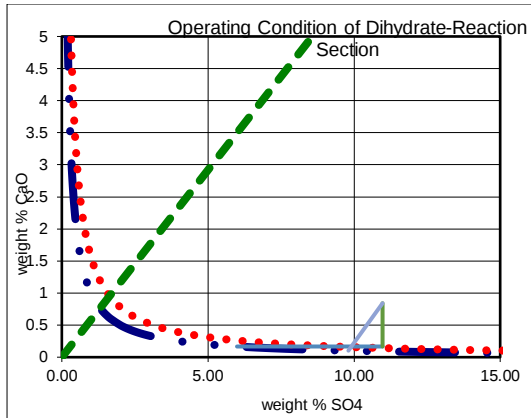


Untuk grafik kristalisasi *phosphate rock medium grade* antara lain sebagai berikut.

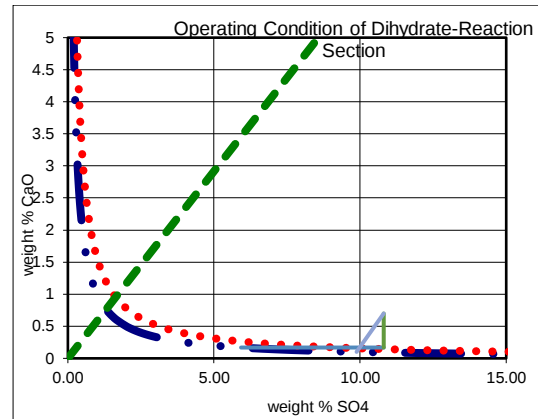
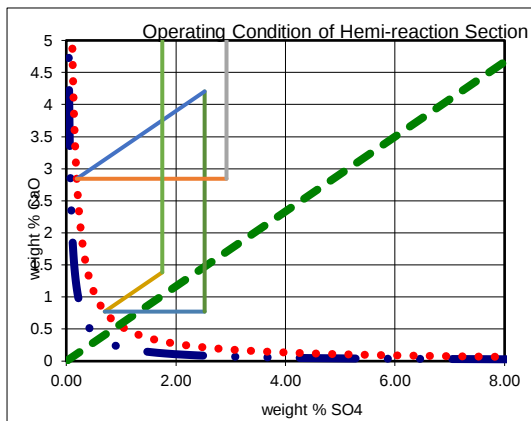
1. Jordan – 9 April 2022



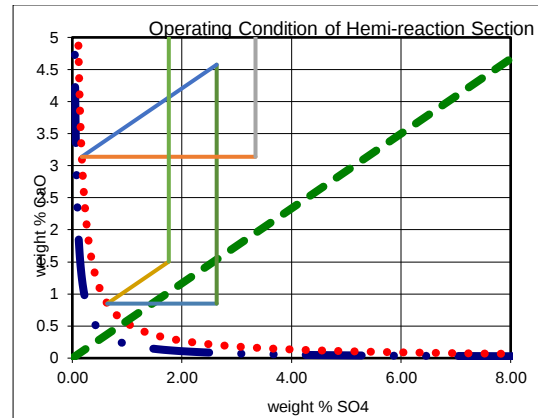
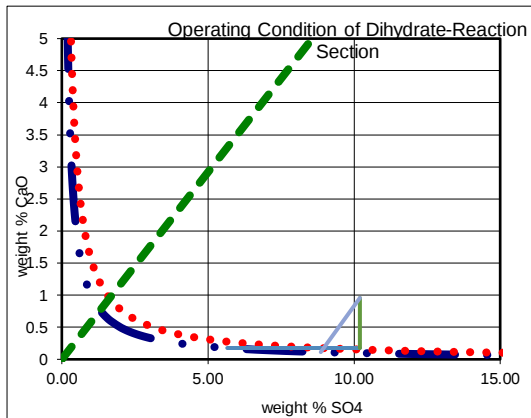
6. Jordan – 19 November 2022



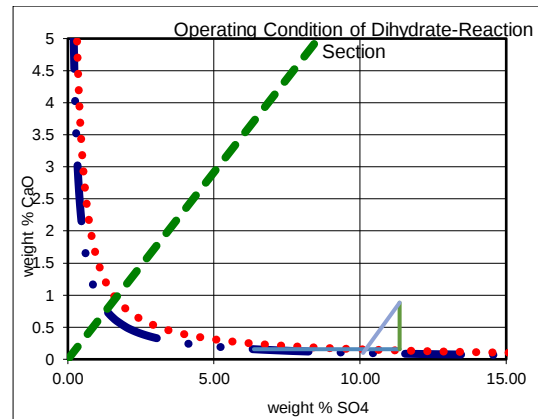
2. Jordan – 18 April 2022



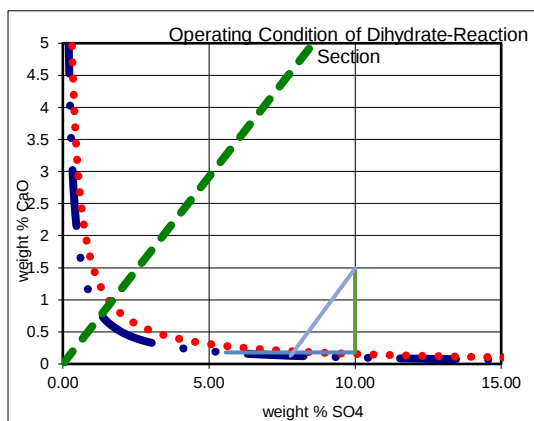
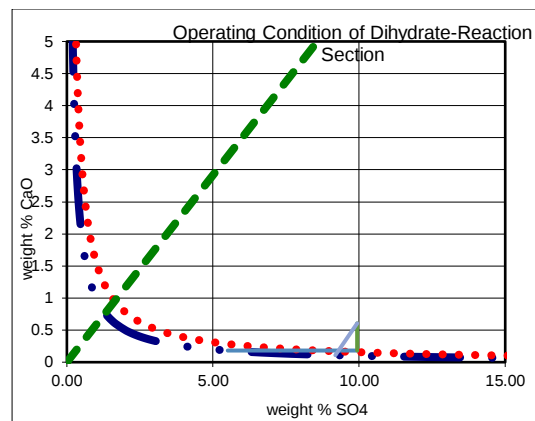
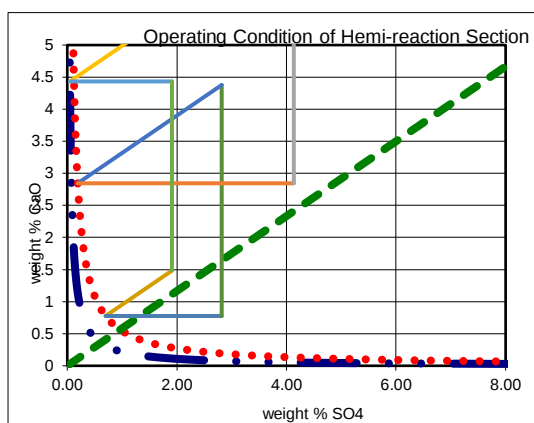
4. Jordan - 18 Oktober 2022



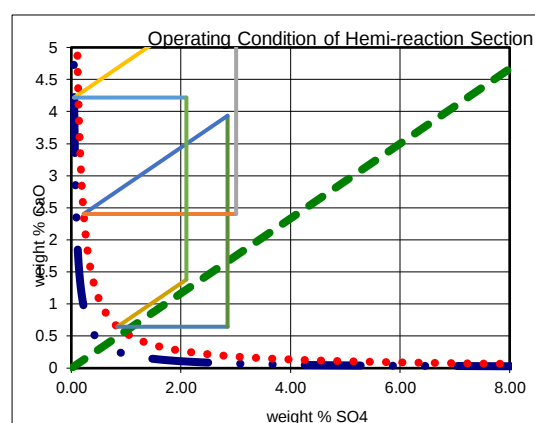
3. Jordan – 12 Oktober 2022



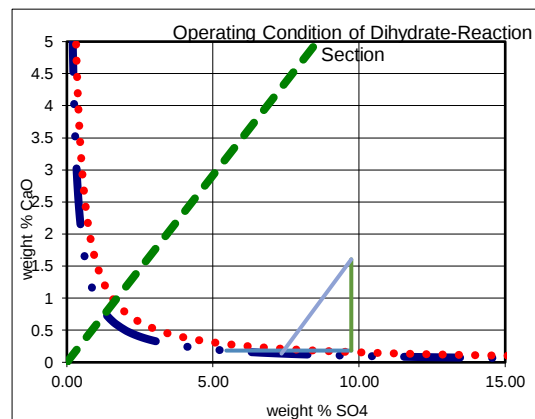
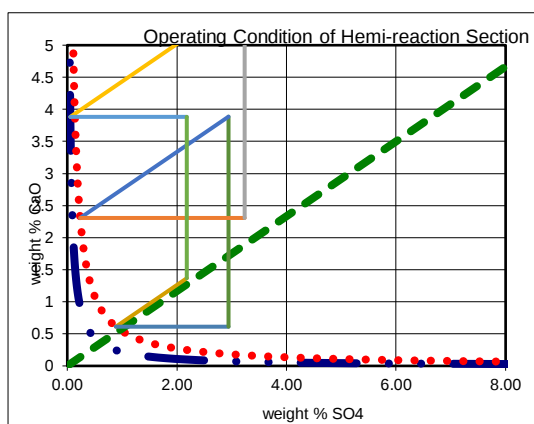
5. Jordan – 21 Oktober 2022



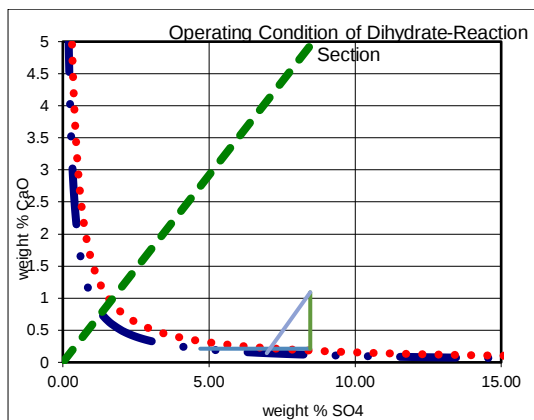
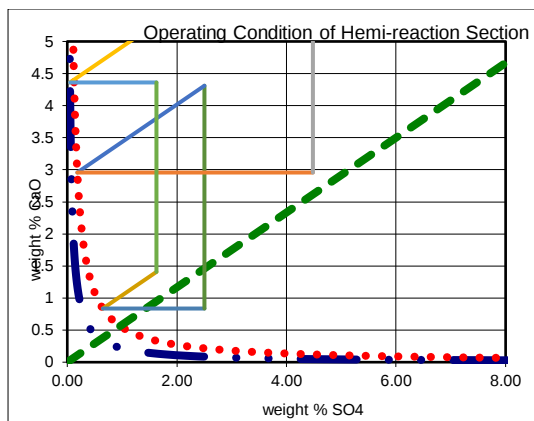
7. Jordan – 11 November 2022



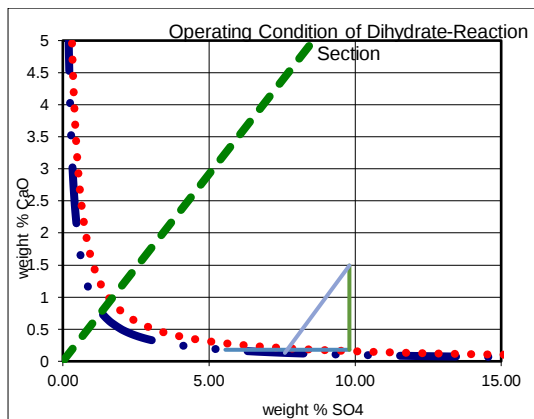
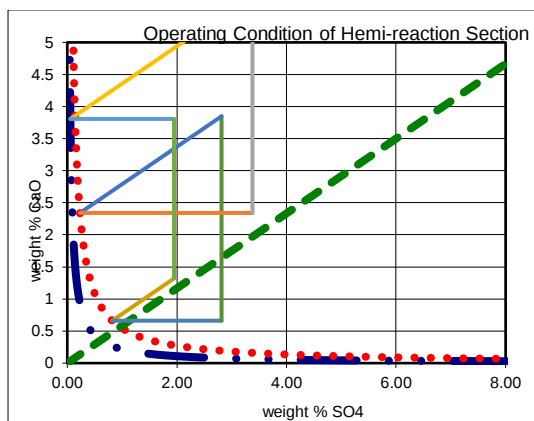
6. Jordan – 10 November 2022



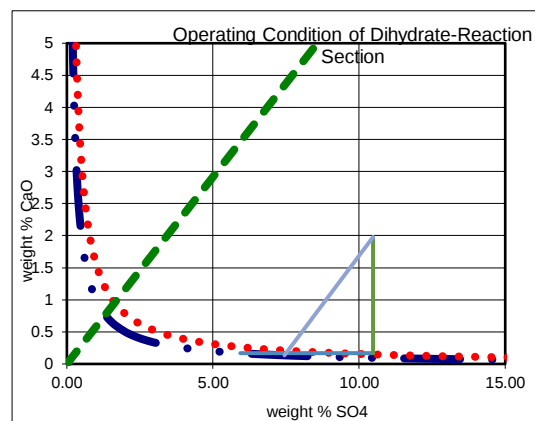
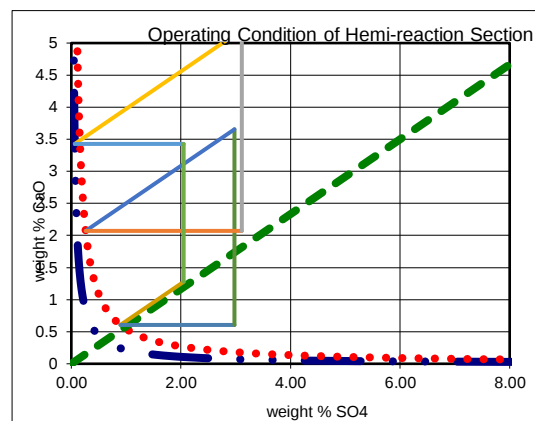
8. Jordan - 12 November 2022



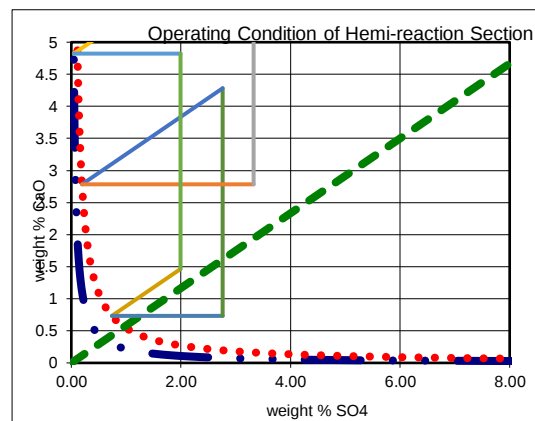
9. Jordan – 13 November 2022

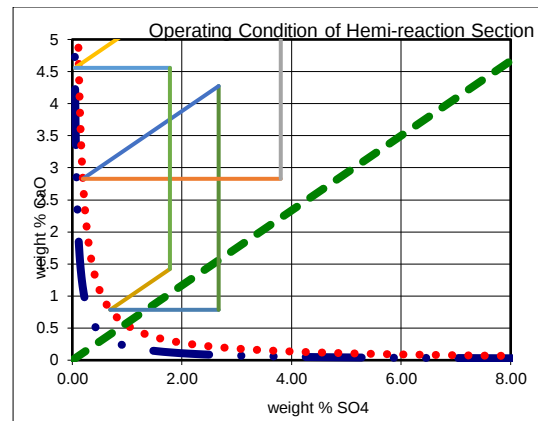
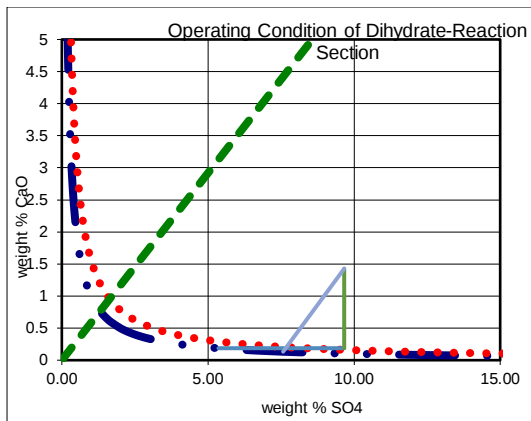


10. Jordan – 17 November 2022

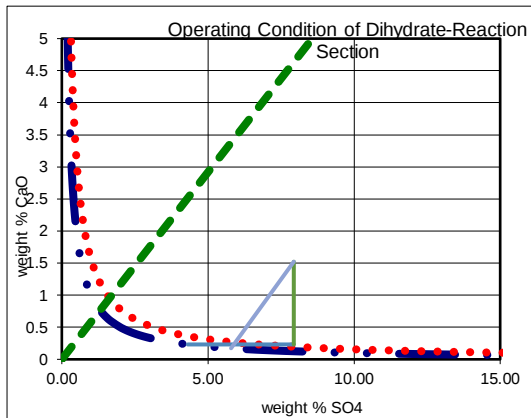
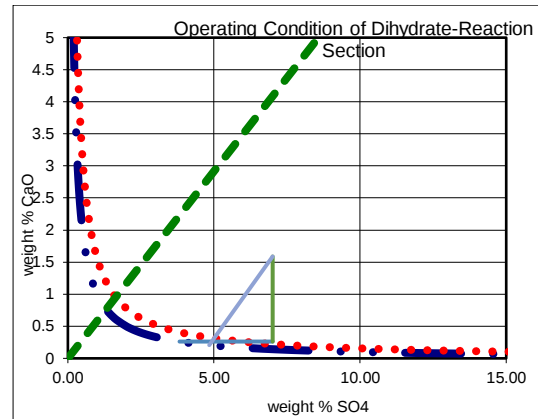
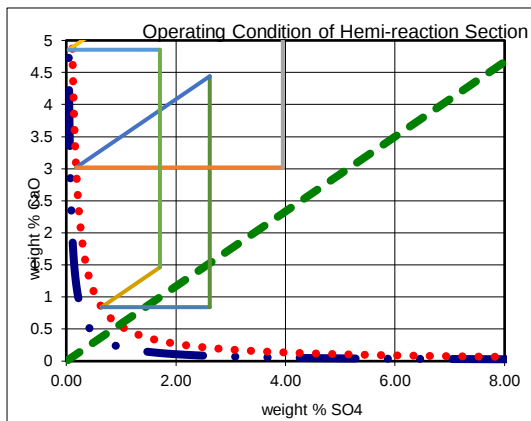


11. Jordan - 21 November 2022



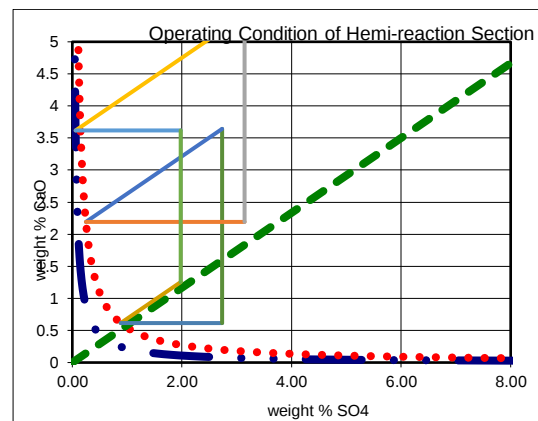


12. Jordan - 22 November 2022

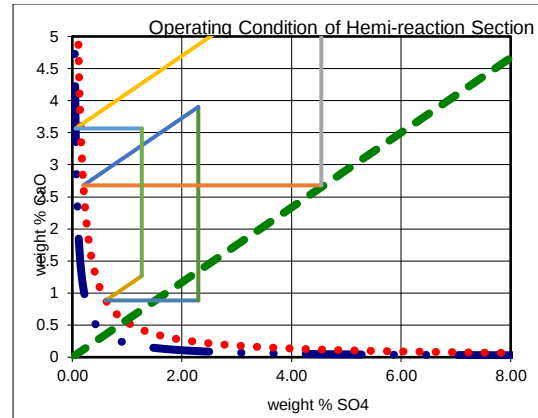
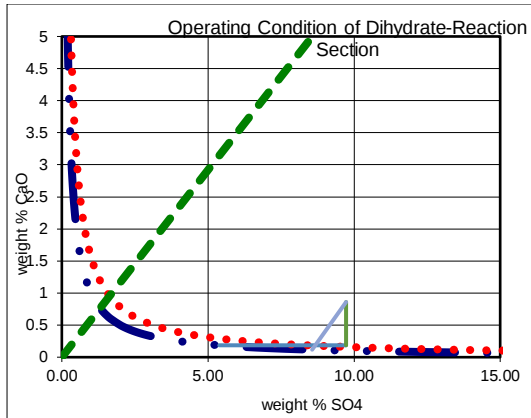


Untuk grafik kristalisasi *phosphate rock high grade* antara lain sebagai berikut.

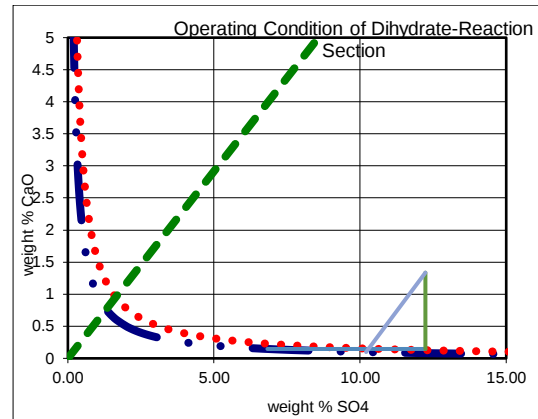
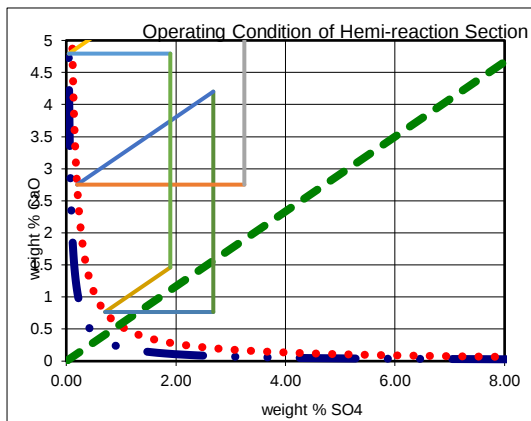
1. Jordan – 13 April 2022



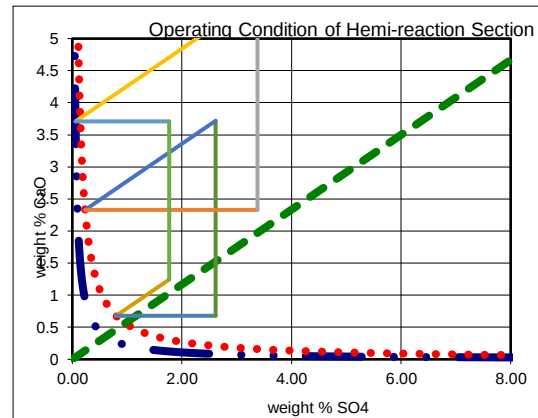
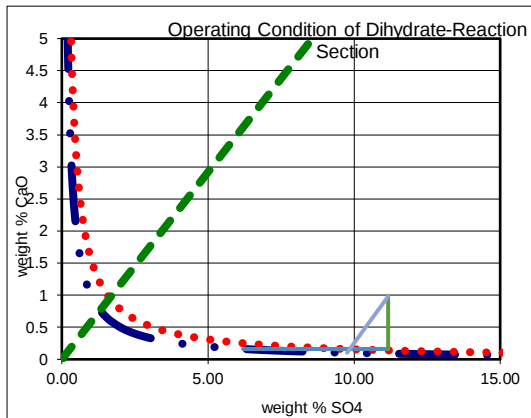
13. Jordan - 23 November 2022



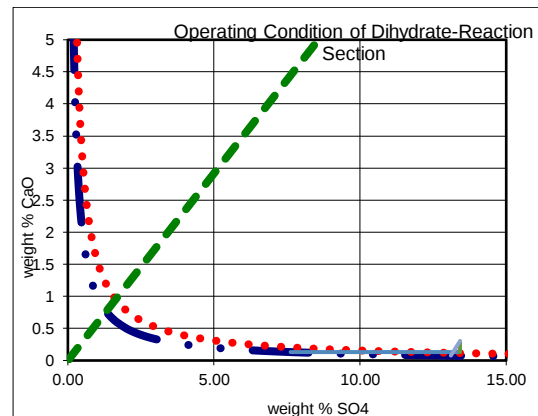
2. Jordan – 21 April 2022



4. Jordan – 24 April 2022



3. Jordan – 23 April 2022

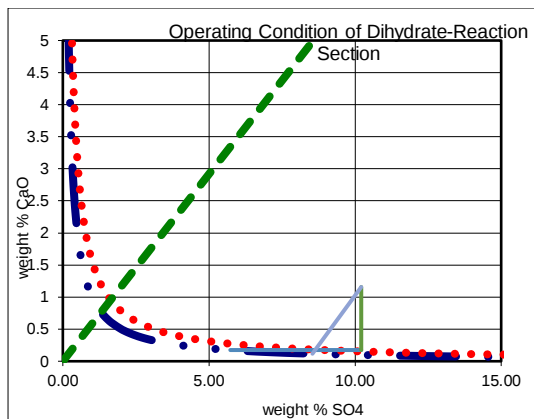
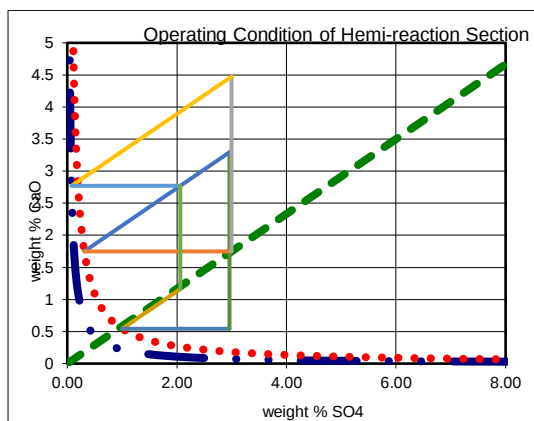


2.3.2. Phosphate Rock Mesir

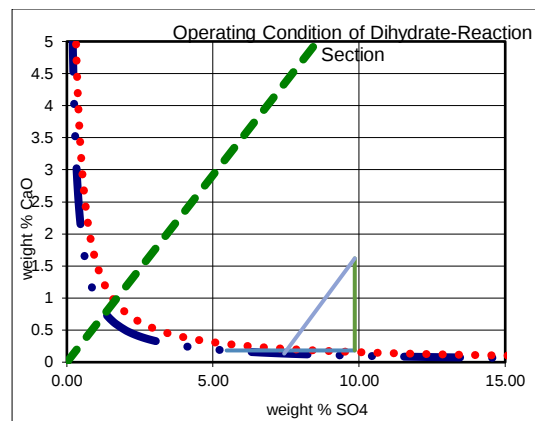
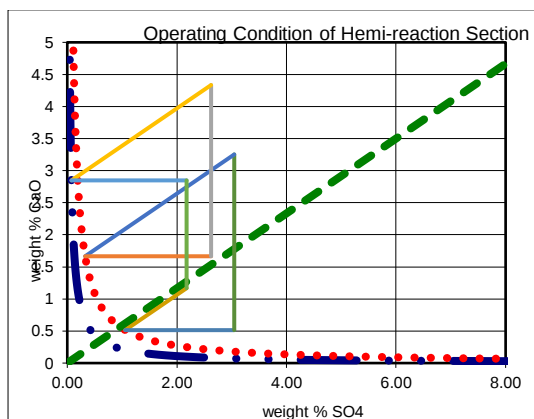
Hasil grafik kristalisasi reaksi hemihydrate dan dehydrate produksi asam fosfat dengan bahan baku *phosphate rock* Mesir diambil dari data *rate* produksi bulan Maret 2022.

Untuk grafik kristalisasi *phosphate rock medium grade* antara lain sebagai berikut.

1. Mesir – 21 Maret 2022



2. Mesir – 23 Maret 2022

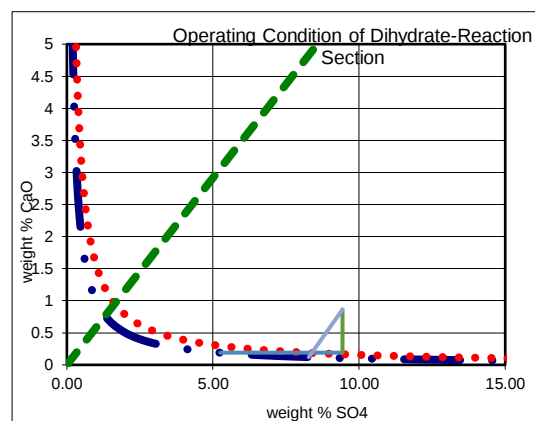
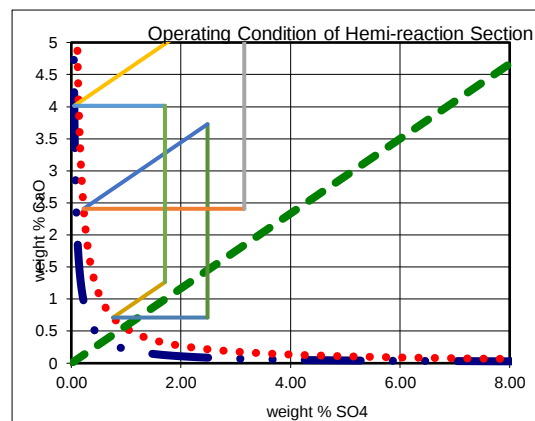


2.3.3. Phosphate Rock Maroko

Hasil grafik kristalisasi reaksi hemihydrate dan dehydrate produksi asam fosfat dengan bahan baku *phosphate rock* Maroko diambil dari data *rate* produksi bulan Januari, Februari, April, Juni, Agustus, dan September 2022.

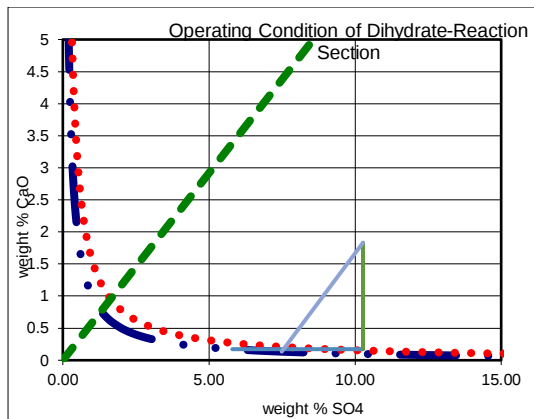
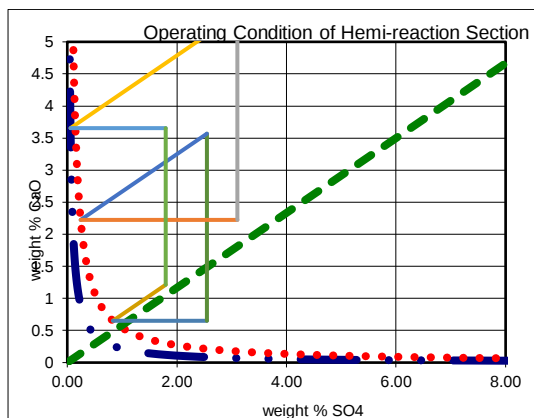
Untuk grafik kristalisasi *phosphate rock low grade* antara lain sebagai berikut.

1. Maroko – 7 Februari 2022

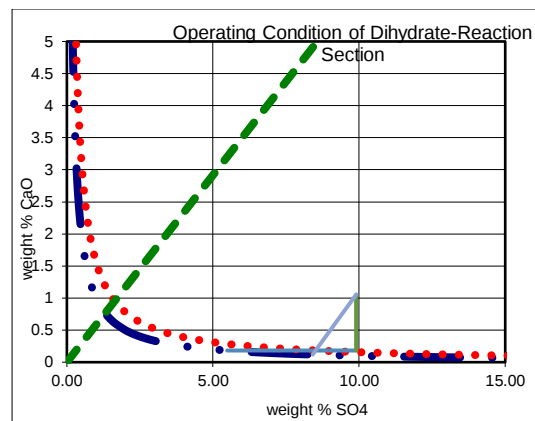
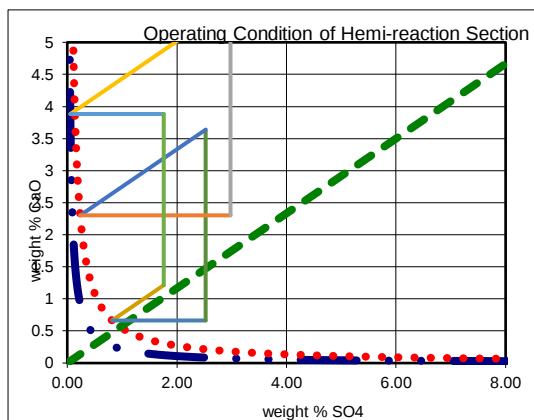


Untuk grafik kristalisasi *phosphate rock medium grade* antara lain sebagai berikut.

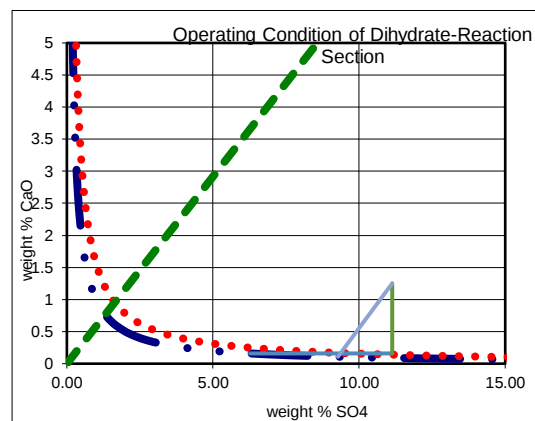
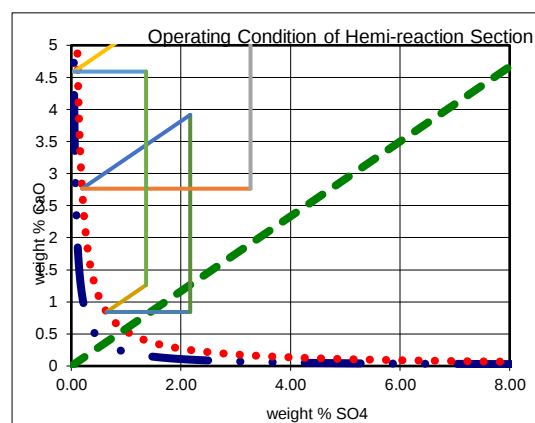
1. Maroko – 26 Januari 2022



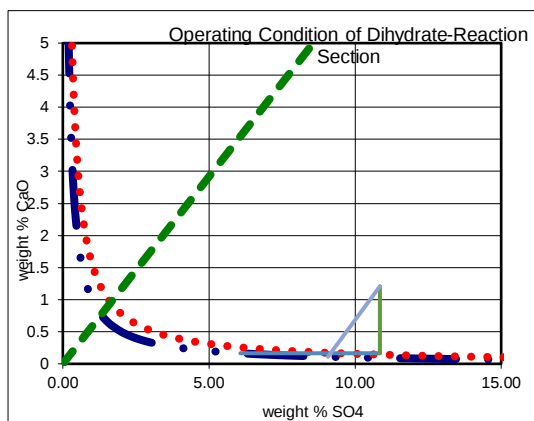
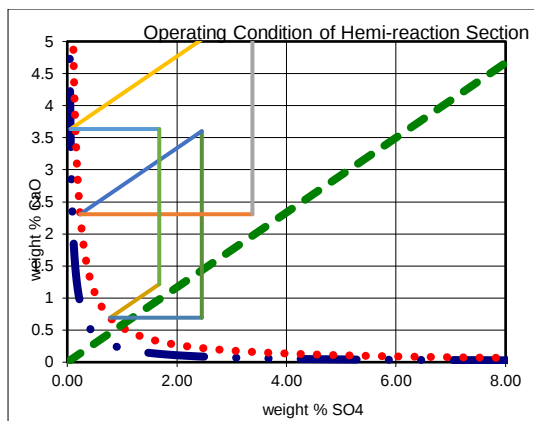
2. Maroko – 28 Januari 2022



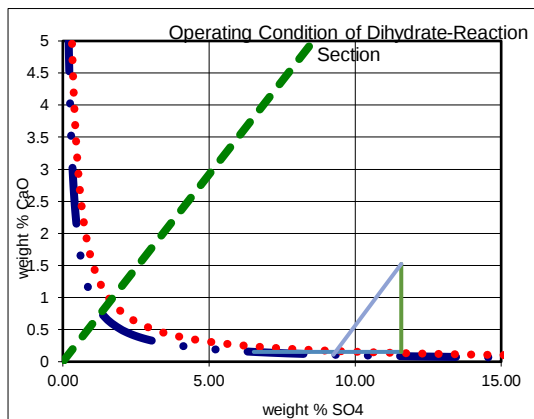
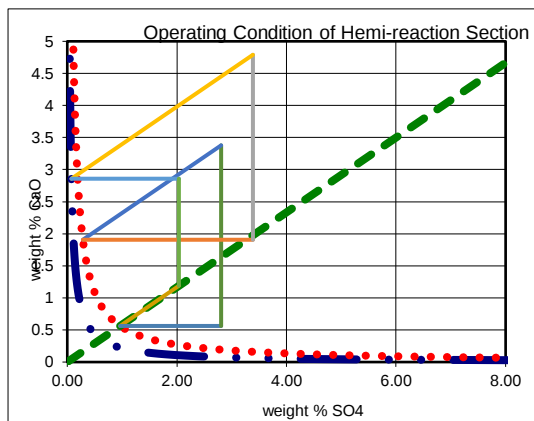
3. Maroko – 29 Januari 2022



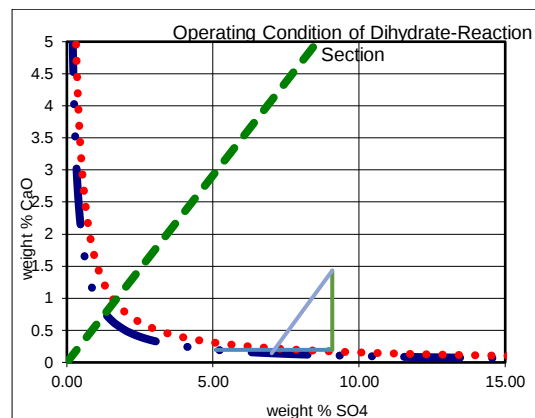
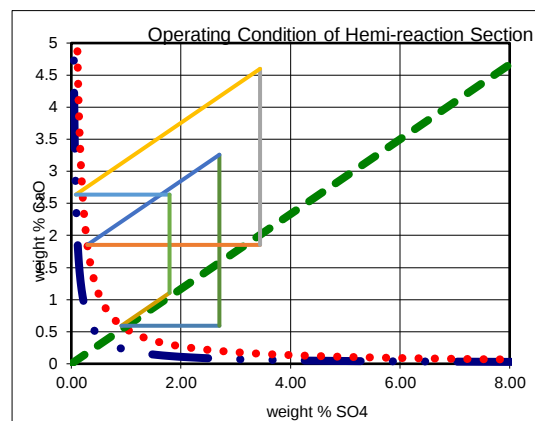
4. Maroko – 30 Januari 2022



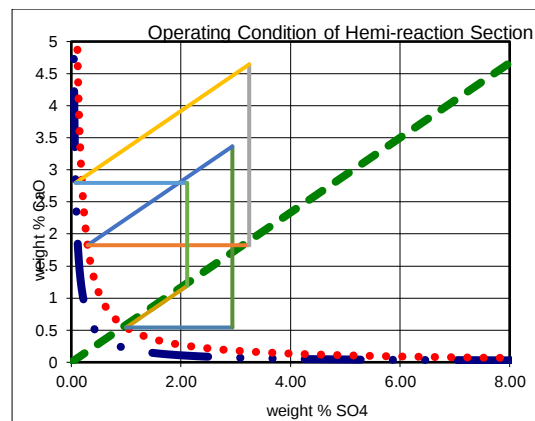
5. Maroko – 1 Februari 2022

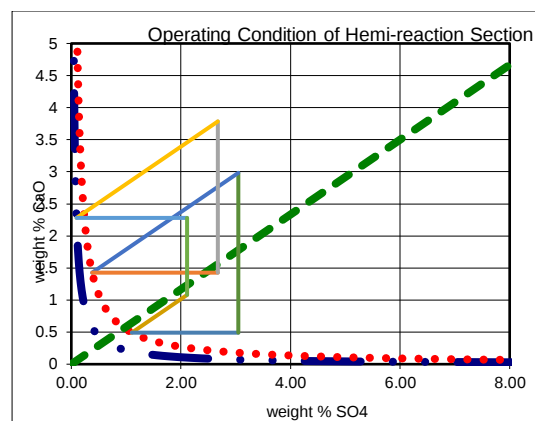
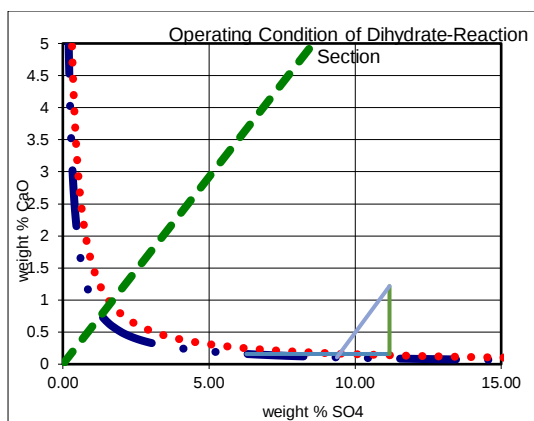


6. Maroko - 6 Februari 2022

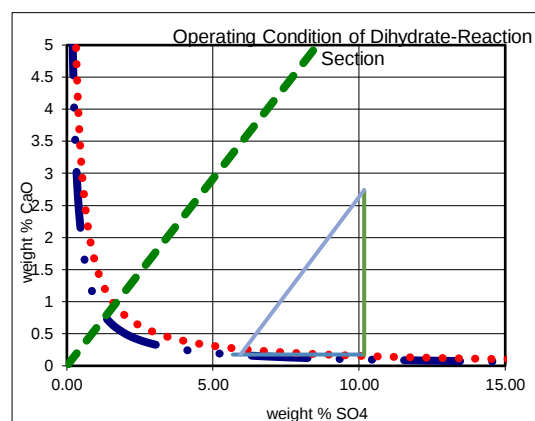
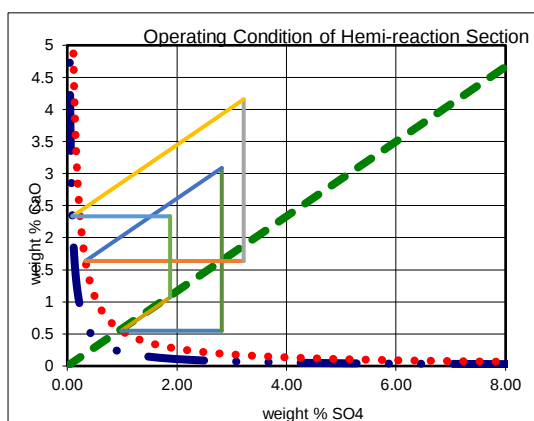


7. Maroko – 9 Februari 2022

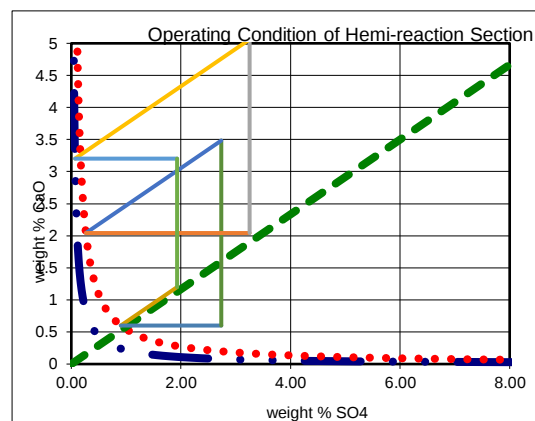
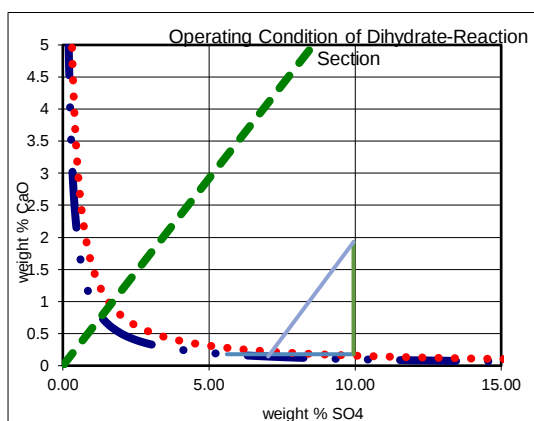




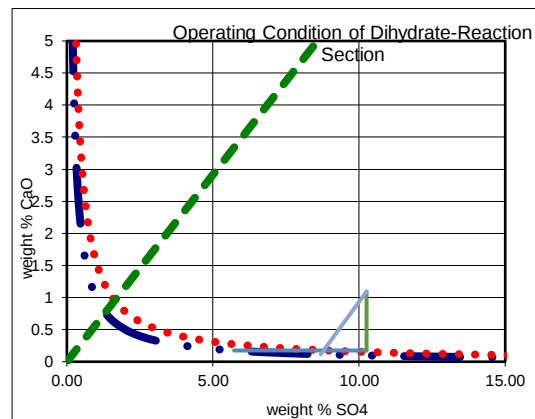
8. Maroko – 12 Februari 2022



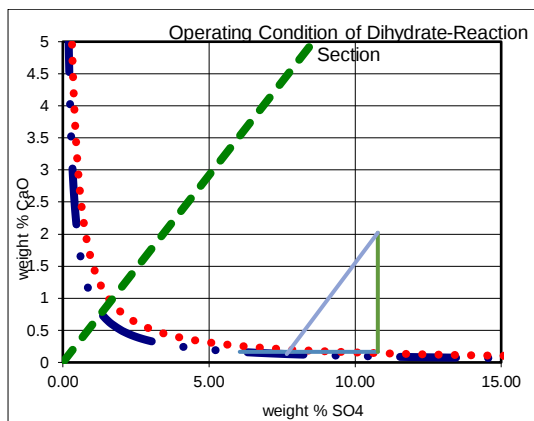
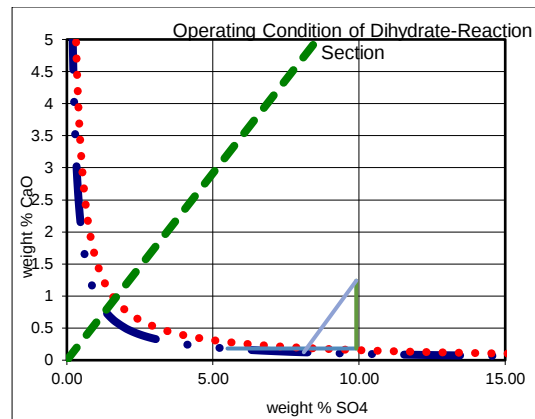
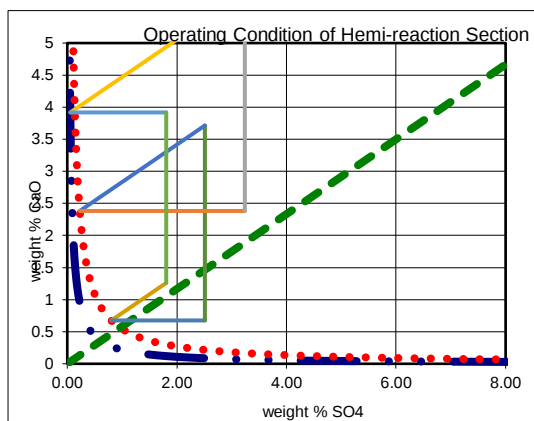
10. Maroko – 22 Februari 2022



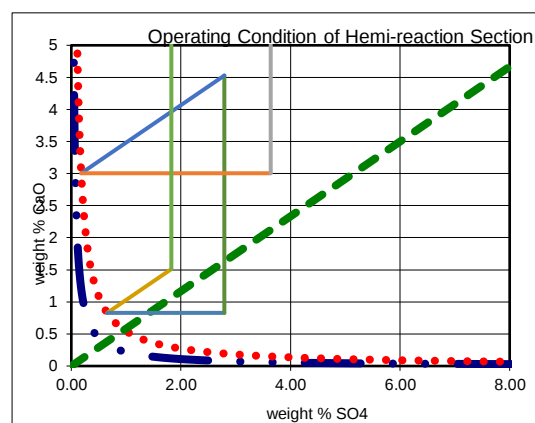
9. Maroko – 13 Februari 2022



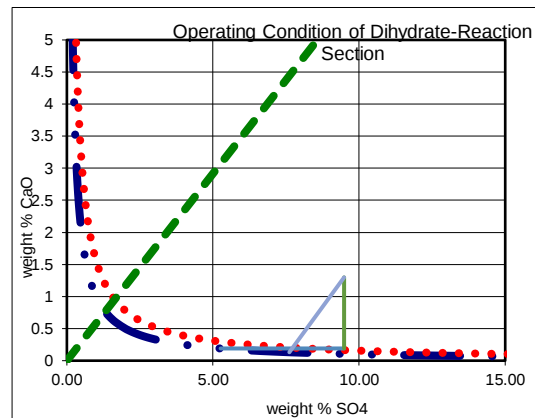
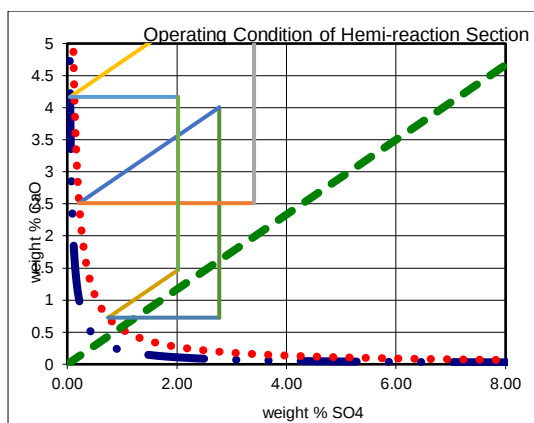
11. Maroko – 23 Februari 2022



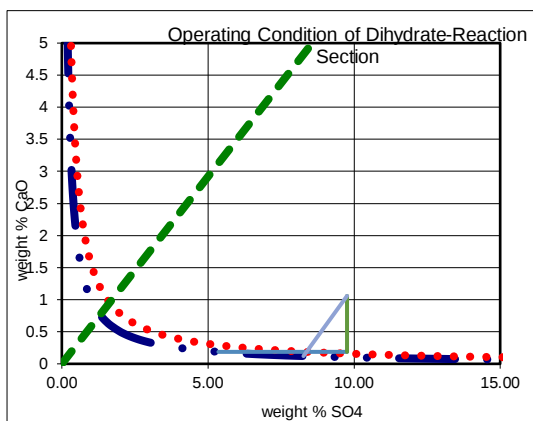
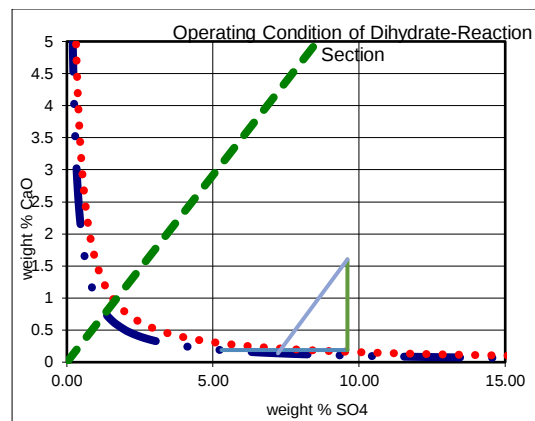
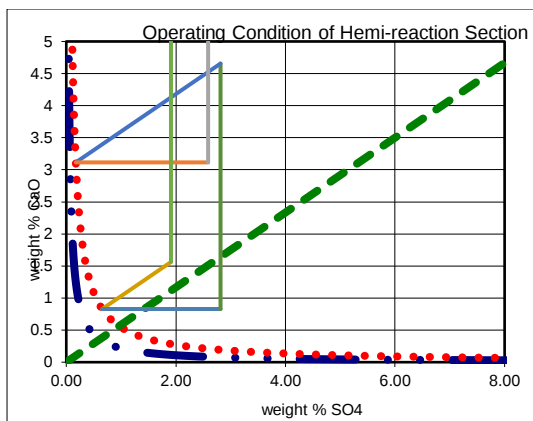
13. Maroko – 27 Agustus 2022



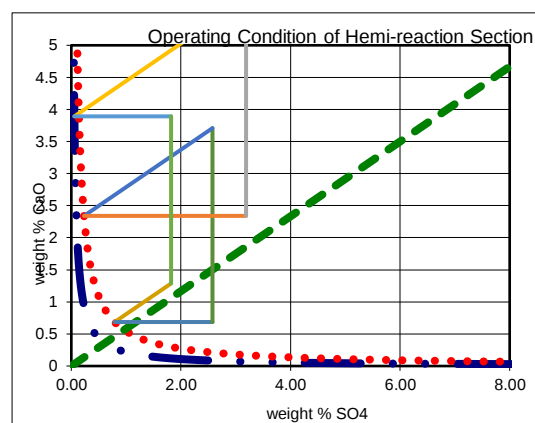
12. Maroko – 26 Agustus 2022



14. Maroko – 28 Agustus 2022

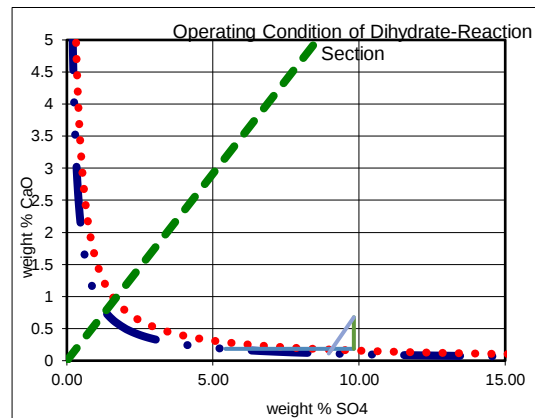
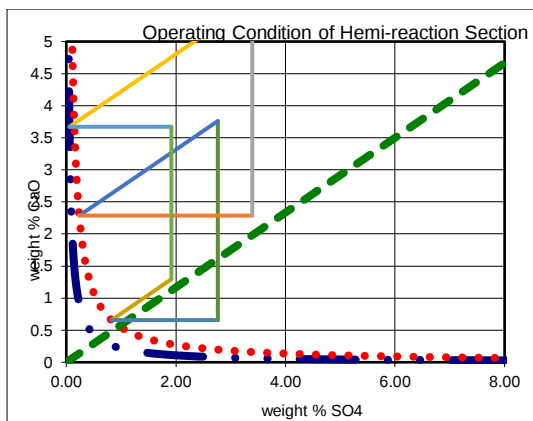


2. Maroko – 9 Juni 2022

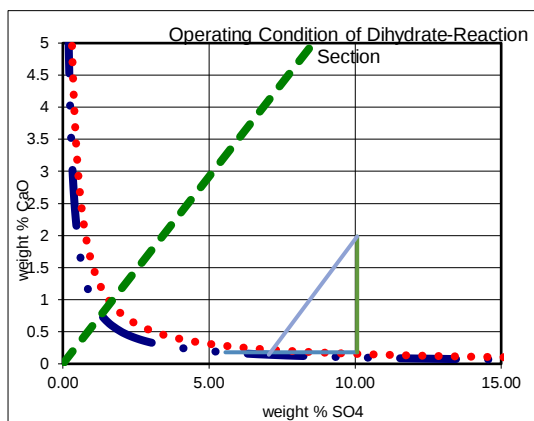
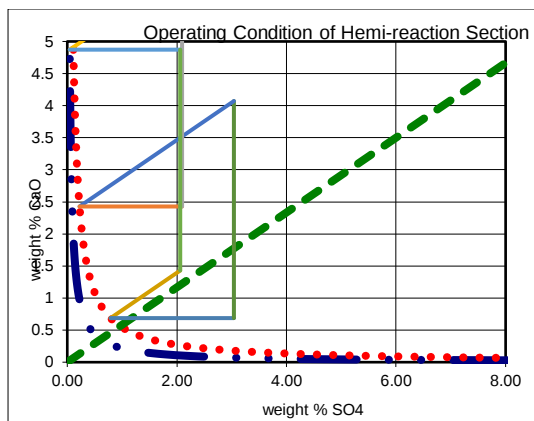


Untuk grafik kristalisasi *phosphate rock high grade* antara lain sebagai berikut.

1. Maroko – 22 April 2022



3. Maroko – 29 Agustus 2022

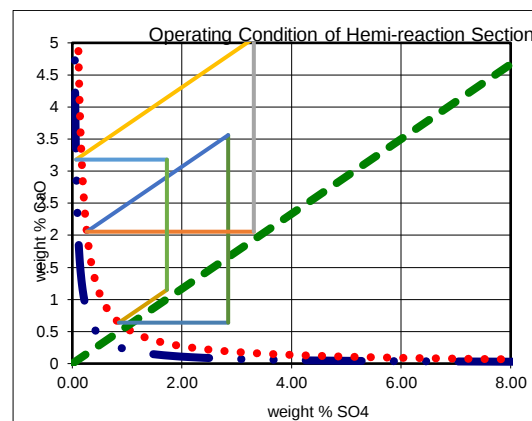


2.3.4. Phosphate Rock Aljazair

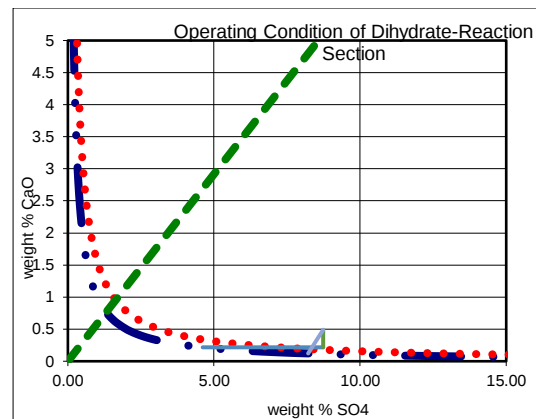
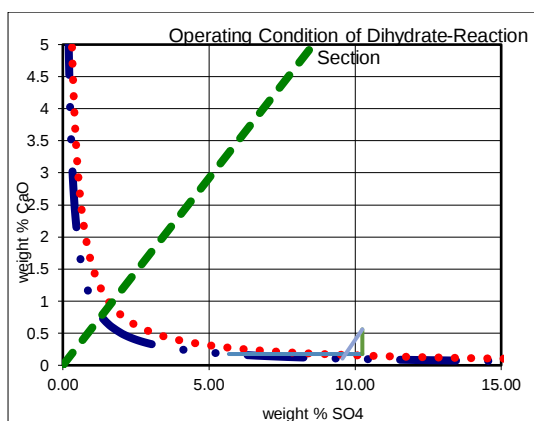
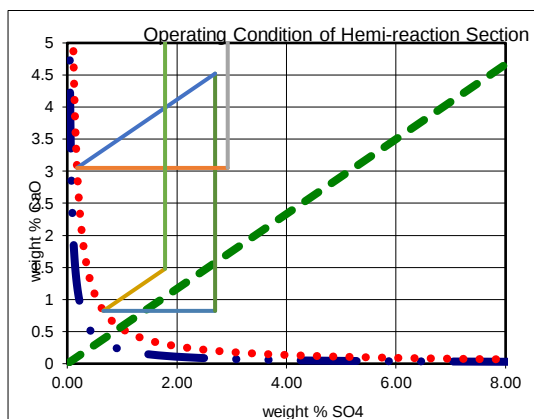
Hasil grafik kristalisasi reaksi hemihydrate dan dehydrate produksi asam fosfat dengan bahan baku *phosphate rock* Aljazair diambil dari data *rate* produksi bulan September 2023.

Untuk grafik kristalisasi *phosphate rock low grade* antara lain sebagai berikut.

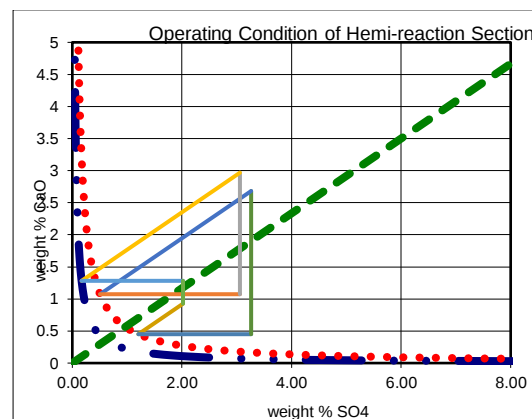
1. Aljazair – 8 September 2023

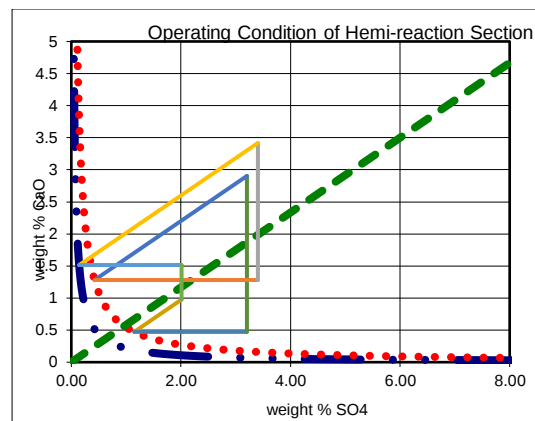
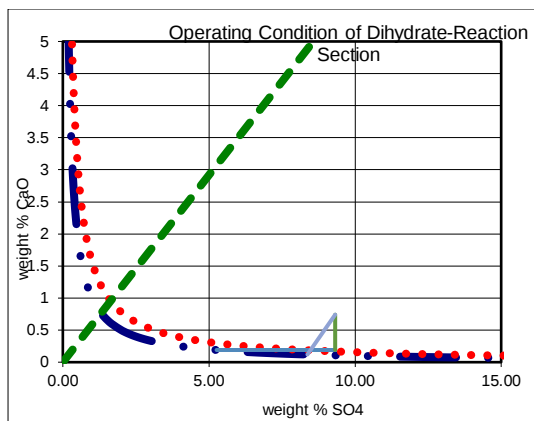


4. Maroko – 6 September 2022

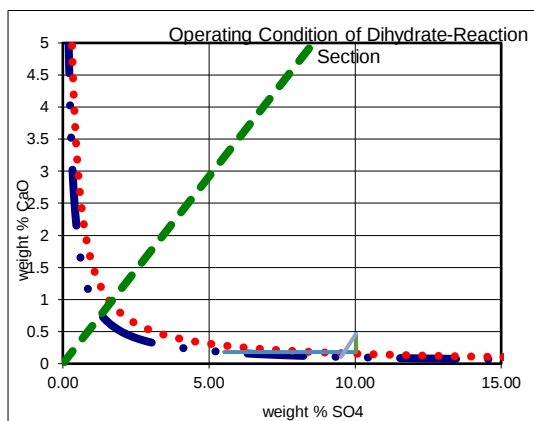
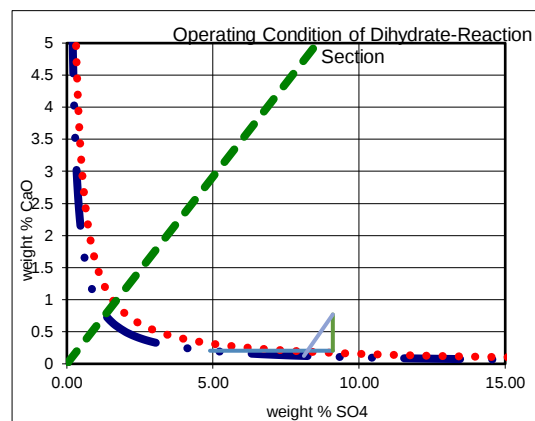
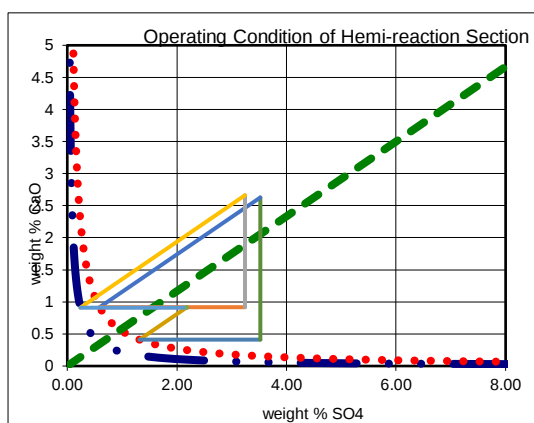


2. Aljazair – 9 September 2023





3. Aljazair – 10 September 2023



4. Aljazair – 11 September 2023

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis secara visual dari grafik kristalisasi *hemihydrate* dan *dehydrate* dengan penggunaan *phosphate rock* yang dipakai menunjukkan perbedaan grafik untuk setiap jenisnya.

Garis operasi reaksi *hemihydrate* pada *phosphate rock* Jordan, Maroko, Mesir yang mendapatkan produk *phospo gypsum* yang sesuai baku mutu standar menunjukkan garis operasi di atas precipitation line. Hal ini mengindikasikan reaksi *hemihydrate* pada lingkungan basa. Selain itu, sebagian besar garis operasi *hemihydrate* yang mendapatkan produk *phospo gypsum* yang sesuai baku mutu standar dimulai dari %wt CaO diatas 3%. Kemudian dalam garis operasi di *pre-mixer* hampir mendekati di *precipitation line*.

Garis operasi reaksi *dehydrate* pada *phosphate rock* Jordan, Maroko, Mesir yang mendapatkan produk *phospo gypsum* yang sesuai baku mutu standar sebagian besar menunjukkan sekitar %wt CaO diatas 1% dan sekitar %wt SO₄ 10%.

Untuk keperluan analisis mendalam, perlu dilakukan dengan meninjau kandungan *phosphate rock* lainnya seperti kandungan P₂O₅, H₂O, SiO₂, F, Cl, dan CO₂. Selain itu perlu juga ditinjau dengan keterkaitan waktu tinggal dalam *digester* dalam memasukkan data *rate* produksi asam fosfat di PA IIIA PT Petrokimia Gresik.

KESIMPULAN

Grafik operasi yang mendapatkan produk *phospo gypsum* terbaik menunjukkan garis operasi di atas *precipitation line*. Selain itu, grafik operasi *hemihydrate* yang mendapatkan produk *phospo gypsum* terbaik dimulai dari %wt CaO diatas 3%. Grafik operasi *dehydrate* yang mendapatkan produk *phospo gypsum* terbaik menunjukkan sekitar %wt CaO diatas 1% dan sekitar %wt SO₄ 10%.

DAFTAR PUSTAKA

Becker, P. (1983) *Phosphates and Phosphoric Acid - Raw Materials, Technology and Economics of the Wet Process*. New York: Marcell Dekke, Inc.
Gobbitt, J. M. (2012) 'Yara hemihydrate (HH) and hemidihydrate (HDH) processes for phosphoric acid production', *Procedia Engineering*, 46,

pp. 143–153. doi: 10.1016/j.proeng.2012.09.457.
Tayibi, H. *et al* (2009) *Environmental impact and management of phosphogypsum*, *Journal of Environmental Management*, 90 (8), pp. 2377-2386. doi : 10.1016/j.jenvman.2009.03.007.