



Modul Tutorial GaBi Education Software

Mata Kuliah Green Technology

Disusun oleh: Tatbita Titin Suhariyanto, S.T., M.Sc.

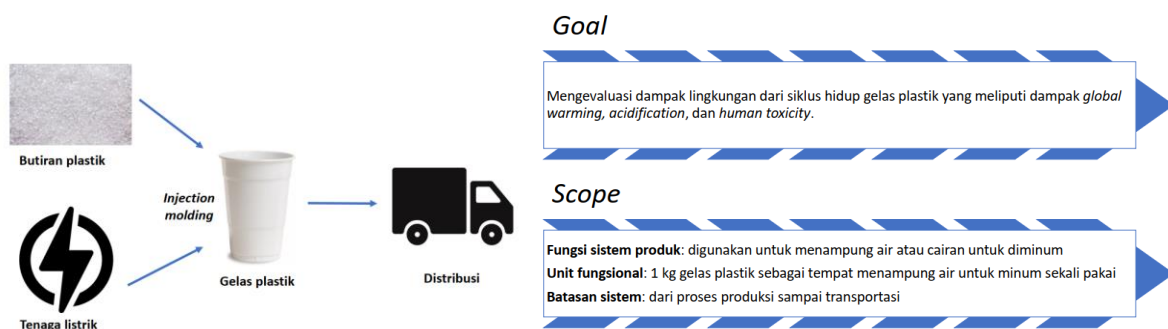
Program Studi Teknik Industri – Universitas Ahmad Dahlan

Studi Kasus

Gelas plastik diproduksi di Jerman dari butiran dengan cetakan injeksi (injection molding) dengan menggunakan listrik dan udara terkompresi. Untuk menghasilkan 1 kg produk gelas plastik dengan cetakan injeksi, diperlukan 1,05 kg butiran (granulate). Jenis butiran plastik adalah PP (polypropylene). Konsumsi energi dari proses ini adalah 6 MJ listrik dan 5 Nm³ udara terkompresi per kg produk (tekanan 7 bar, efisiensi tinggi). 0,05 kg butiran berakhir sebagai limbah dan dibuang ke pembakaran limbah. Setelah dibuat, gelas diangkut dengan truk. Tabel dan ilustrasi di bawah ini merupakan gambaran proses keseluruhan, *goal and scope*, dan aliran input output.

Dengan menggunakan CML 2001 sebagai metode LCIA, maka:

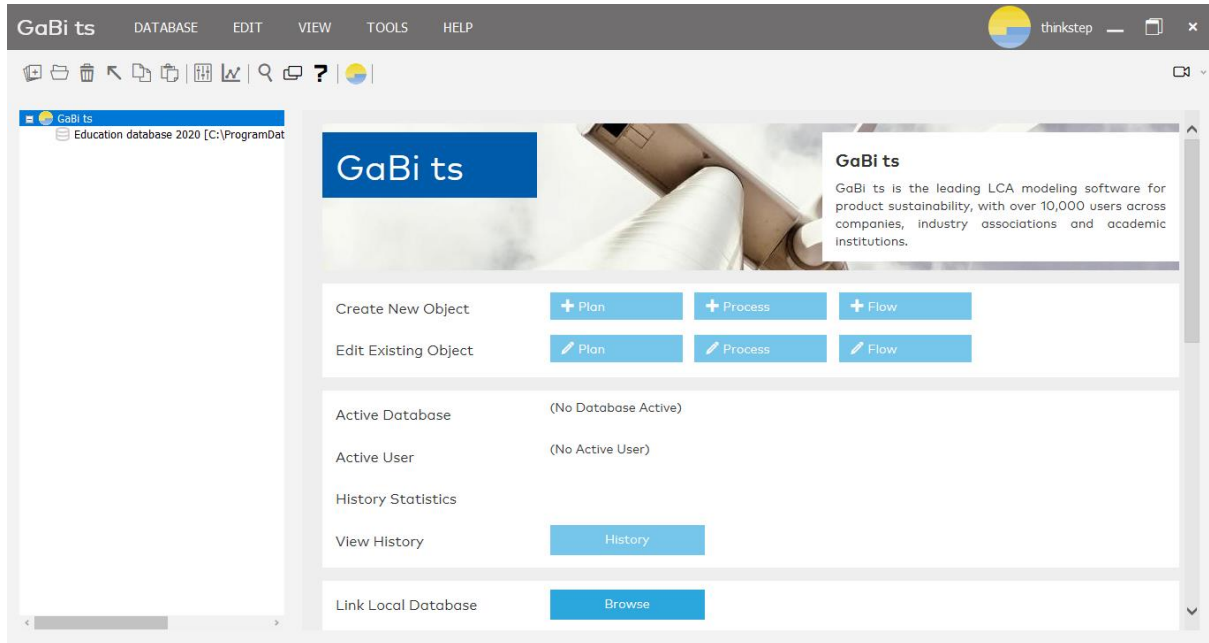
1. Apa sumber terbesar pemanasan global (global warming)?
2. Apa sumber terbesar untuk pengasaman (acidification)?
3. Apa sumber terbesar toksisitas manusia (human toxicity)?



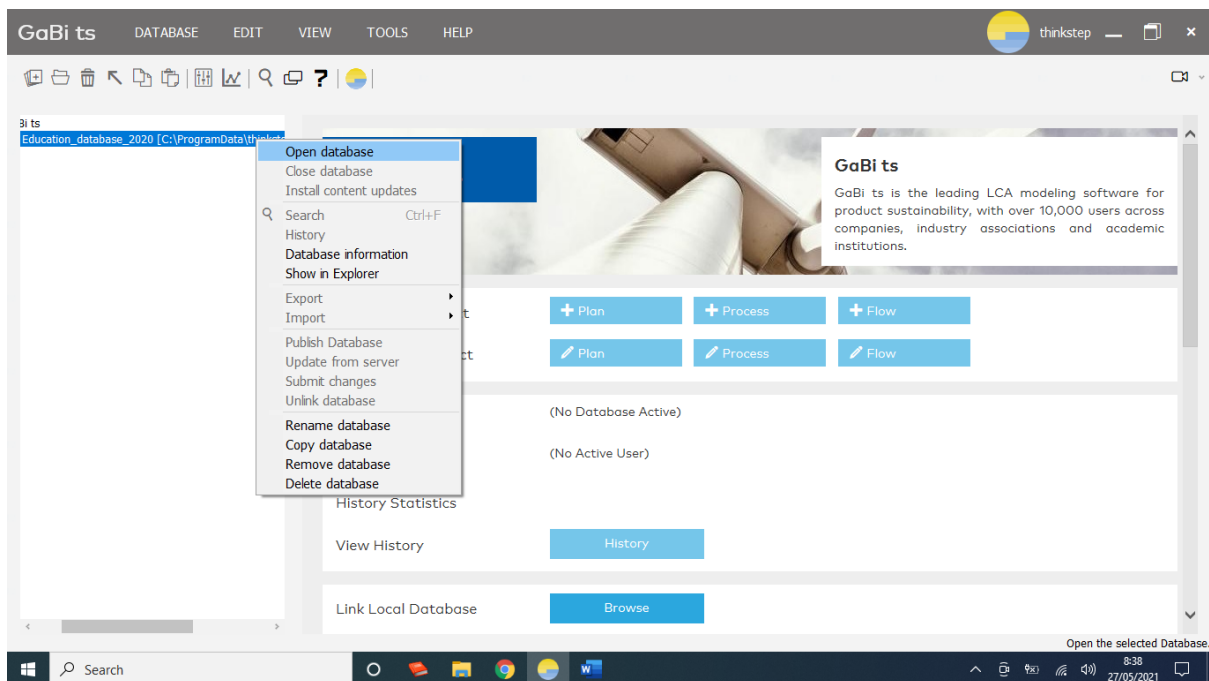
Aliran Input	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
<i>Polypropylene granulate</i>	Massa	1,05	kg	<i>Measured</i>
Energi listrik	Energi	6	MJ	<i>Calculated</i>
Udara terkompresi	Volume	5	Nm ³	<i>Calculated</i>
Aliran Output	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Limbah plastik	Massa	0,05	kg	<i>Estimated</i>
Gelas plastik	Massa	1	kg	<i>Measured</i>

Langkah-Langkah

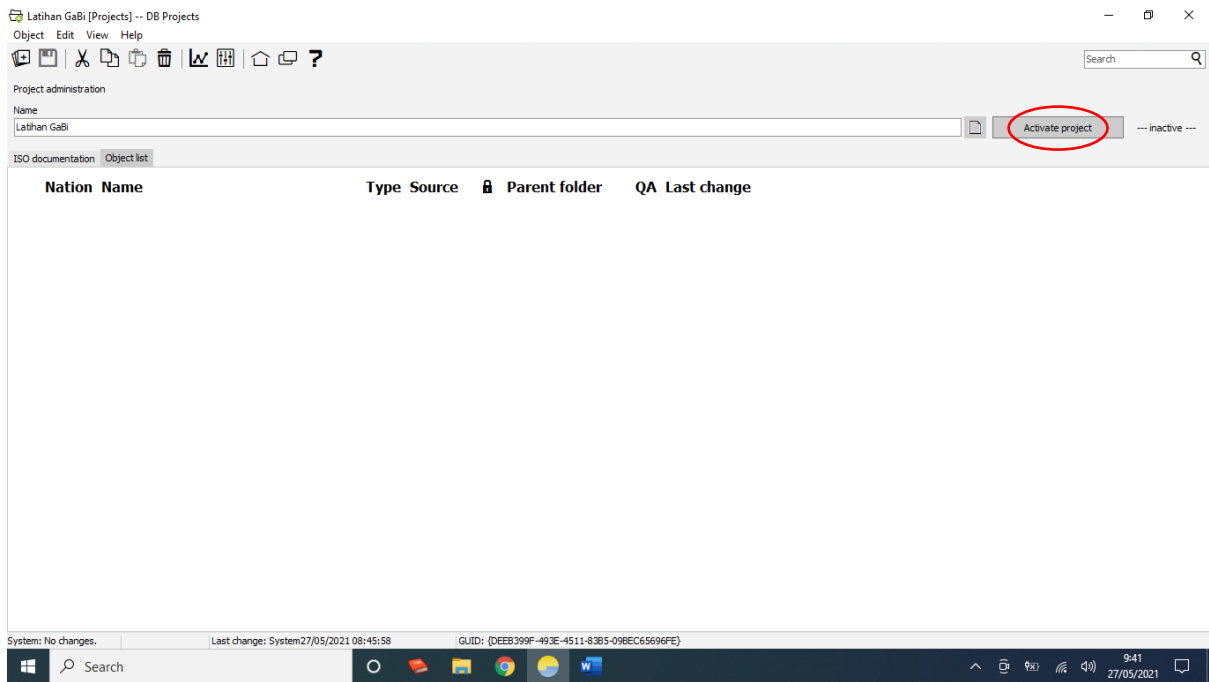
1. Klik dua kali pada ikon *software GaBi* di *desktop*.
2. Tunggulah beberapa saat hingga tampilan depan GaBi terlihat seperti di bawah ini.



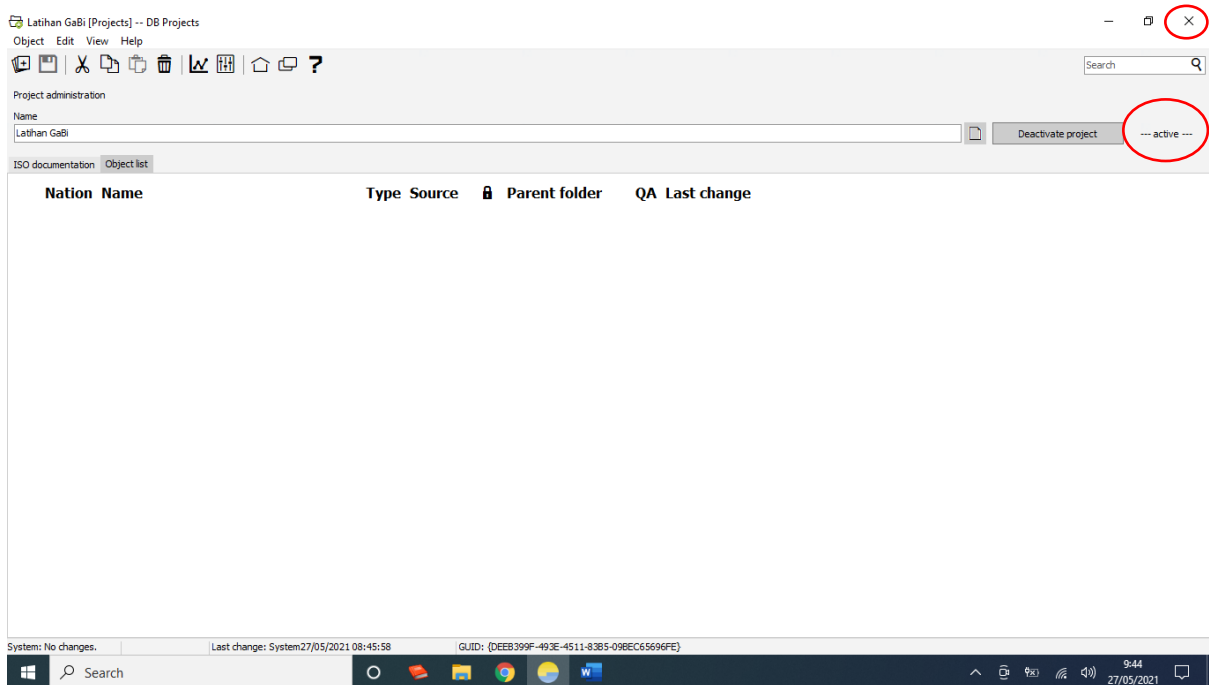
3. Klik kanan pada 'Education Database 2020', kemudian klik 'Open database'. Tunggulah beberapa saat hingga *database plans* GaBi terbuka.



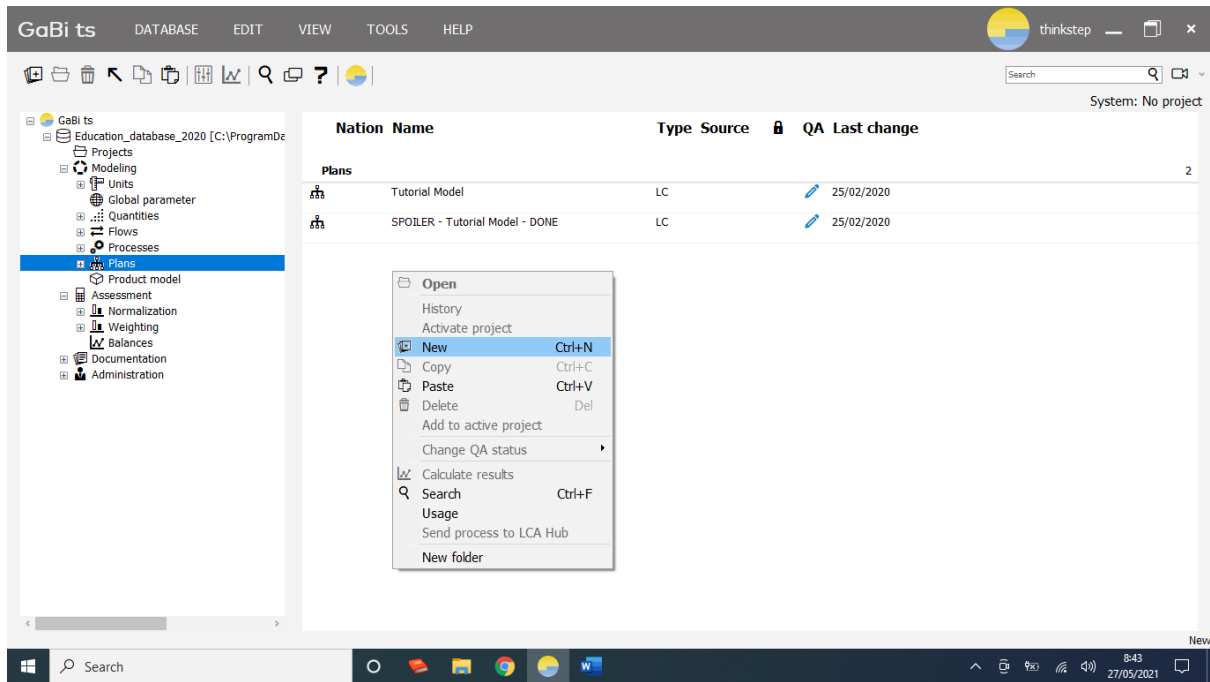
4. Klik 'Project', kemudian buatlah *project* baru (contoh nama *project*: Latihan GaBi).
Kemudian klik 'Activate project'.



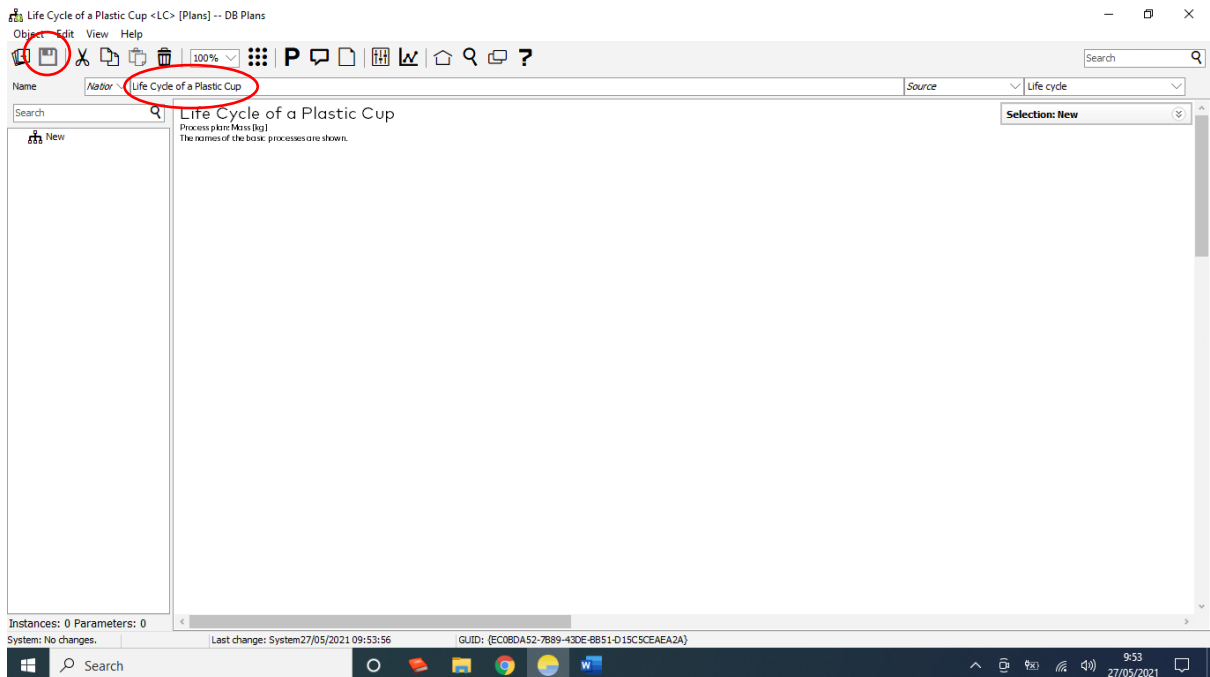
5. Pastikan *project* sudah dalam keadaan 'active'. Kemudian klik *close* (x).



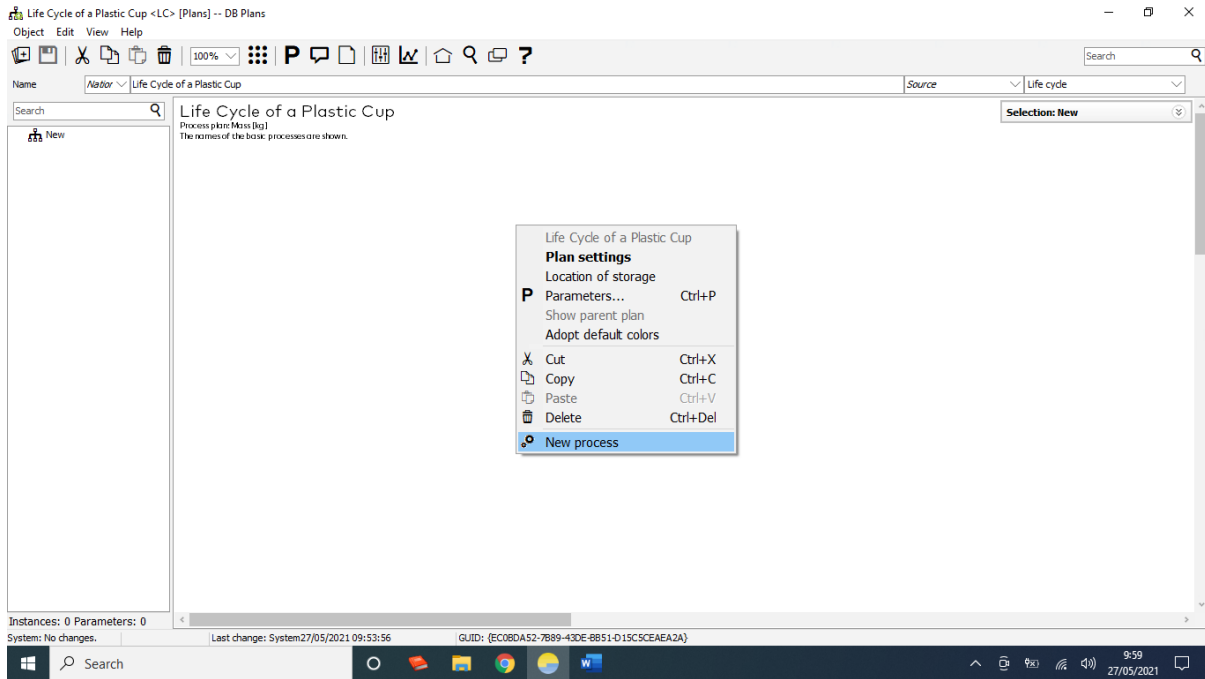
6. Klik 'Plans', kemudian klik kanan pada ruang kosong di sebelah kanan dan pilih 'New'.



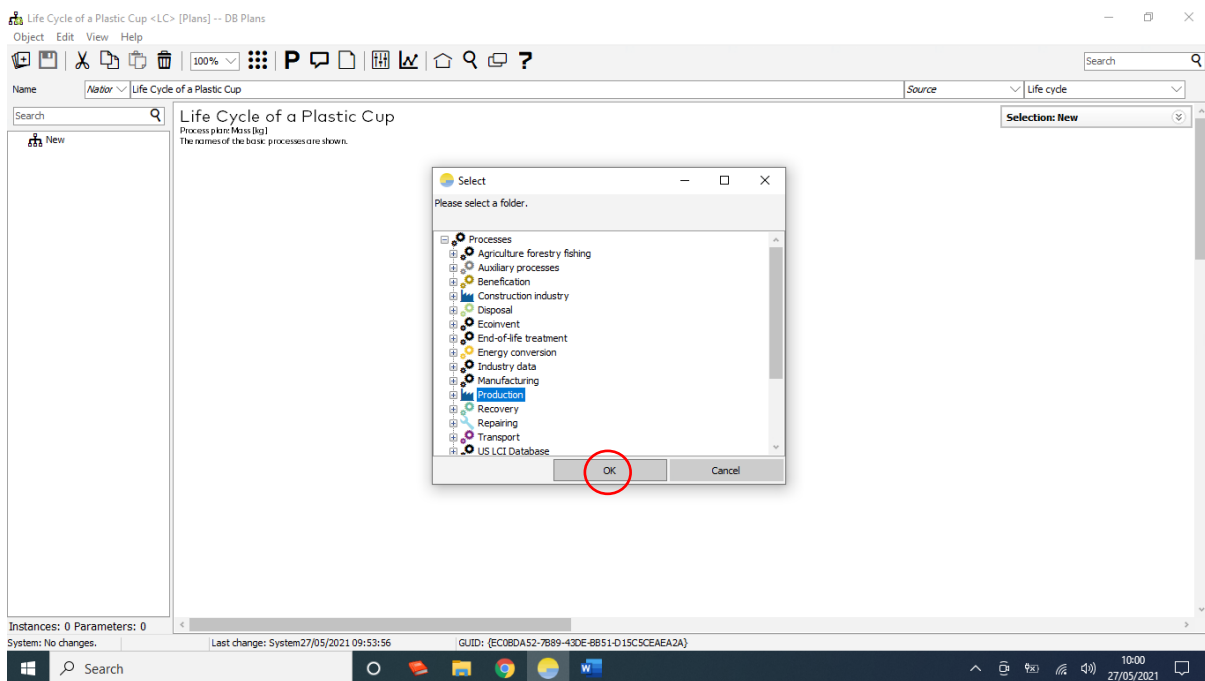
7. Isilah nama *plan* sesuai model LCA yang ingin dirancang, misalnya 'Life Cycle of a Plastic Cup'. Kemudian, klik ikon 'Save' untuk menyimpan *plan*. Jika ingin mengganti nama *plan*, ubahlah pada kolom nama plan kemudian klik ikon 'Save' kembali.



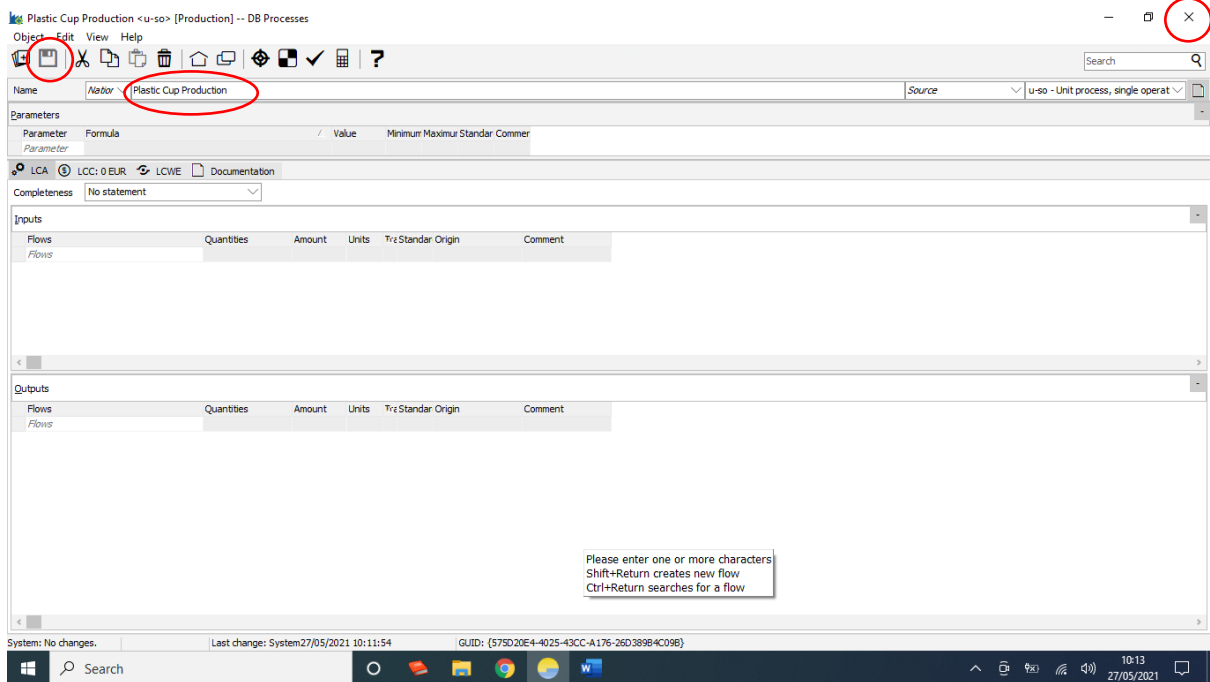
8. Ruang plan yang sudah terbentuk dapat diisi dengan berbagai proses dan *flow* yang diinginkan. Klik kanan pada ruang kosong, kemudian pilih 'New process'.



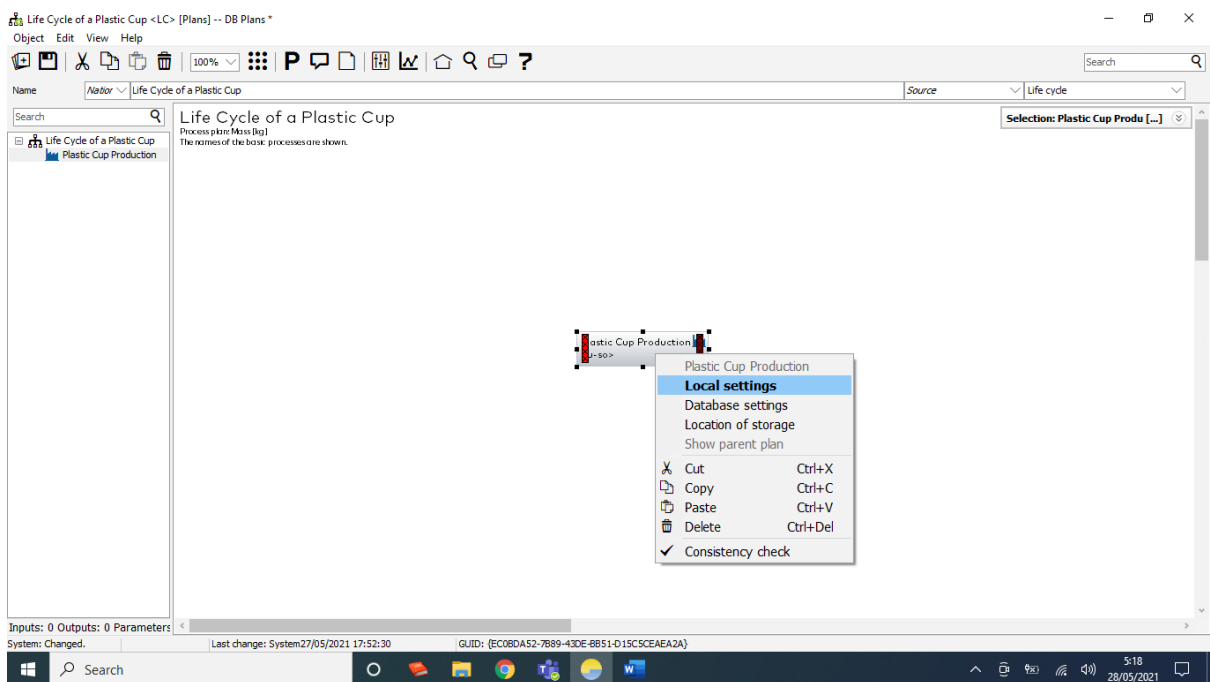
9. Kemudian, pilih bagian 'Production' dan klik OK.



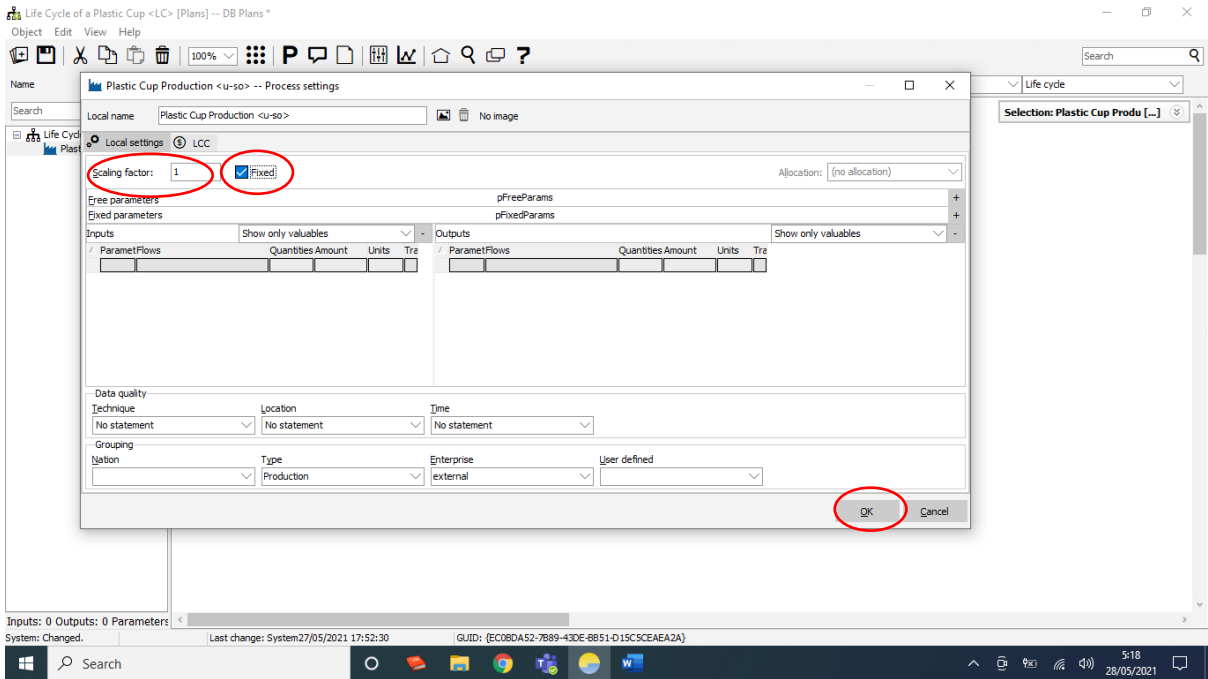
10. Isilah nama proses sesuai kebutuhan, misalnya 'Plastic Cup Production' dan klik ikon 'Save' untuk menyimpan proses tersebut. Kemudian, klik *close* (x).



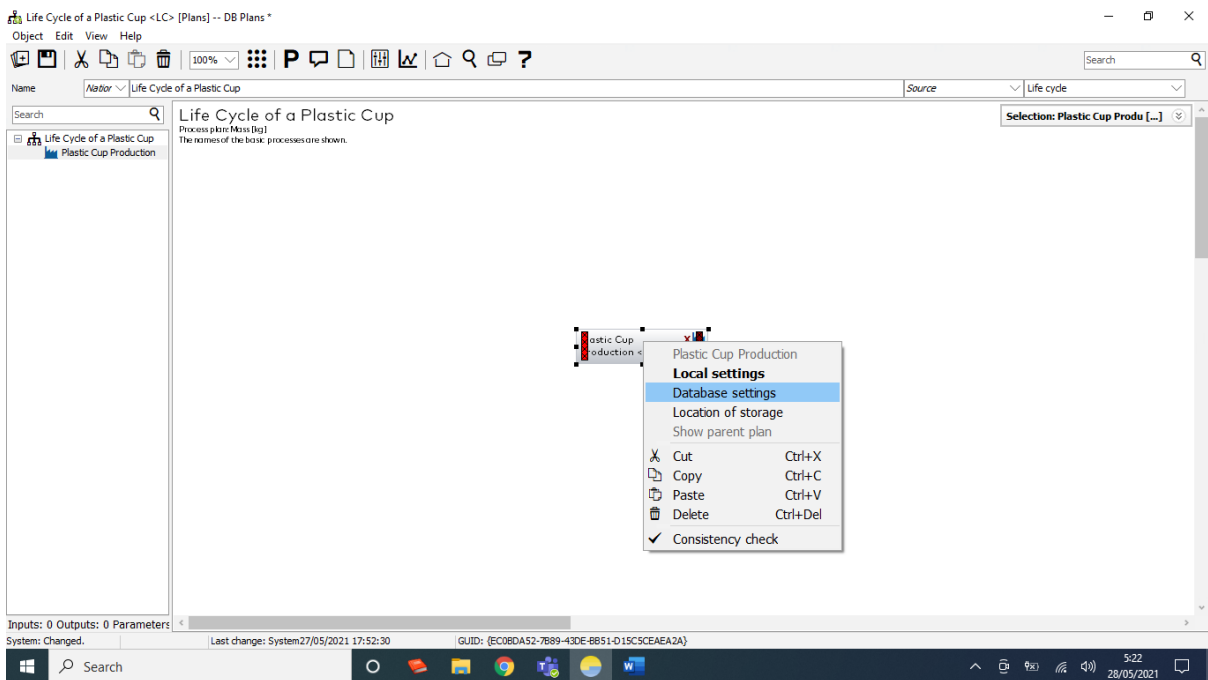
11. Agar nanti aliran input dan output tidak berubah-ubah saat dihitung, maka skala faktornya harus sama dengan 1 (satu). Klik kanan pada box 'Plastic Cup Production', kemudian pilih 'Local Setting'.



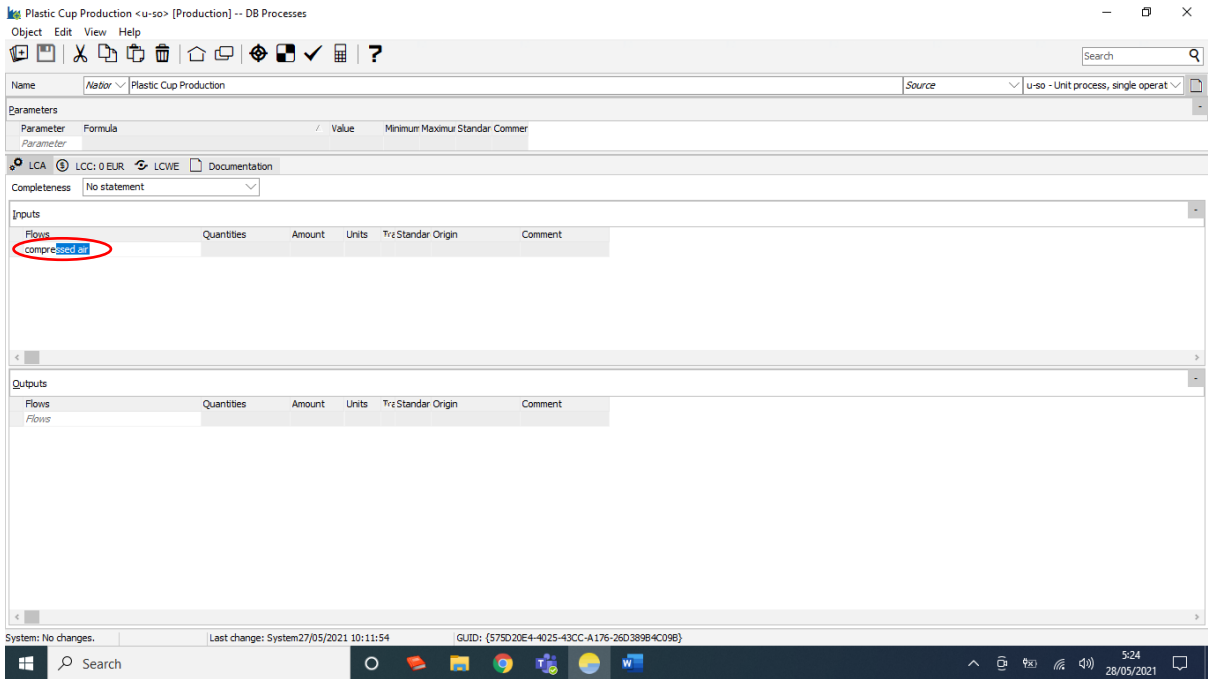
12. Tulis 'Scaling factor' sama dengan 1 (satu) dan centanglah *checkbox* 'Fixed'. Kemudian, klik OK.



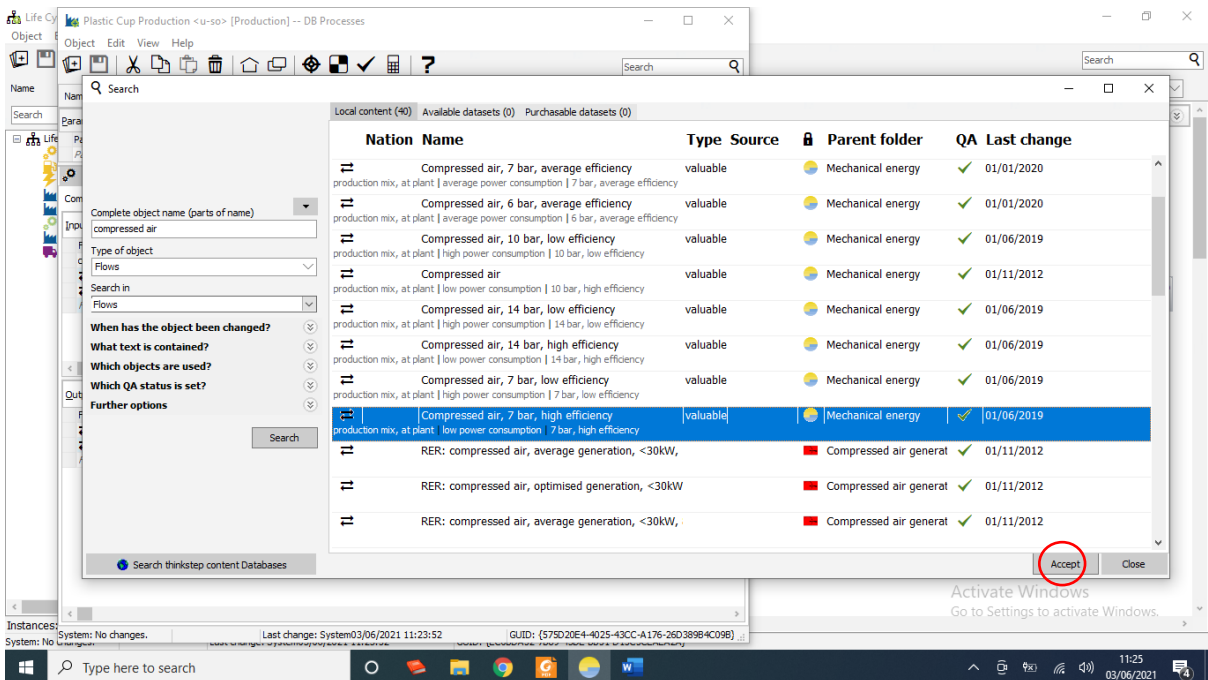
13. Di dalam proses 'Plastic Cup Production', diperlukan aliran input dan output (*input and output flows*) agar proses tersebut dapat dihitung dampak lingkungannya. Aliran input dan output ini disebut *Life Cycle Inventory (LCI)*. Masukkan data LCI (lihat halaman 1) ke dalam kolom aliran input output. Klik kanan pada 'Plastic Cup Production', kemudian pilih 'Database setting'.



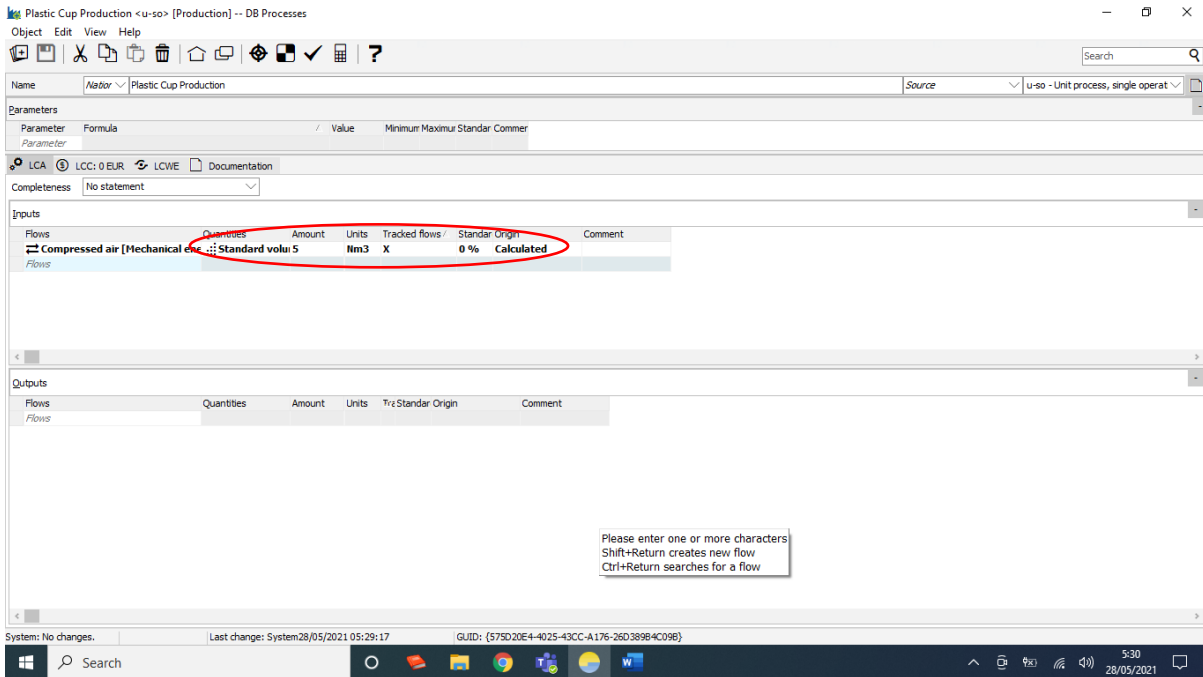
14. Ketiklah nama aliran input seperti di bawah ini, misalnya 'compressed air', kemudian tekan 'Enter'.



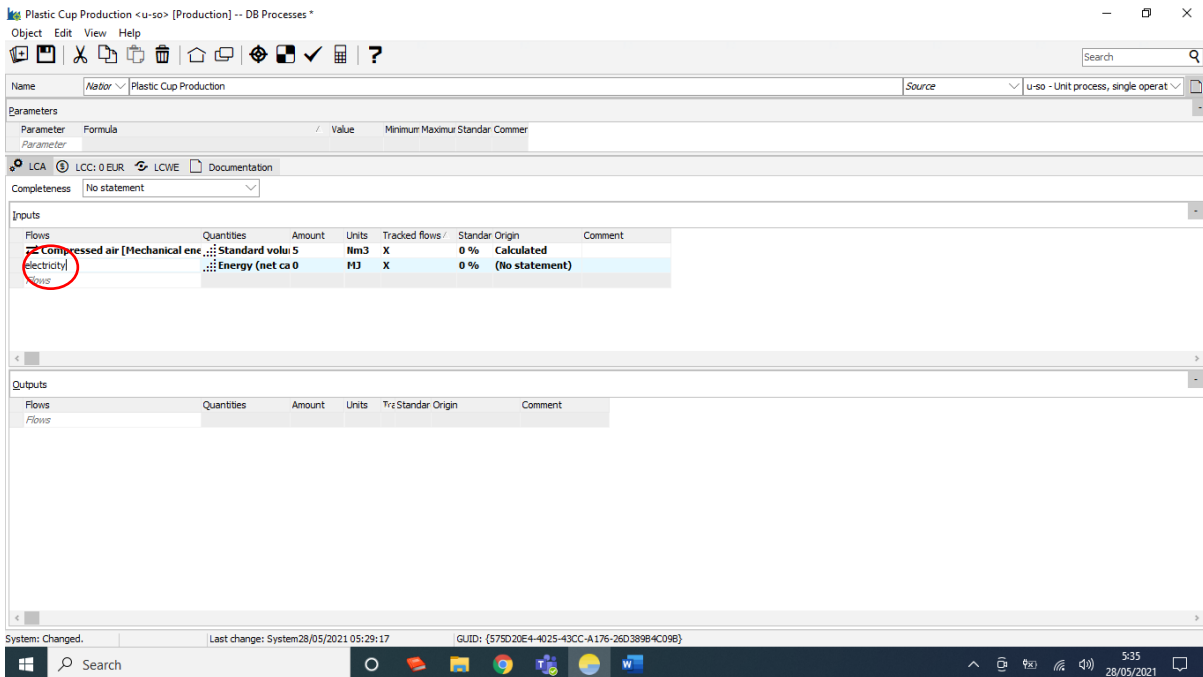
15. Pilih aliran input sesuai kebutuhan, misalnya 'Compressed air 7 bar, high efficiency', kemudian klik 'Accept'.



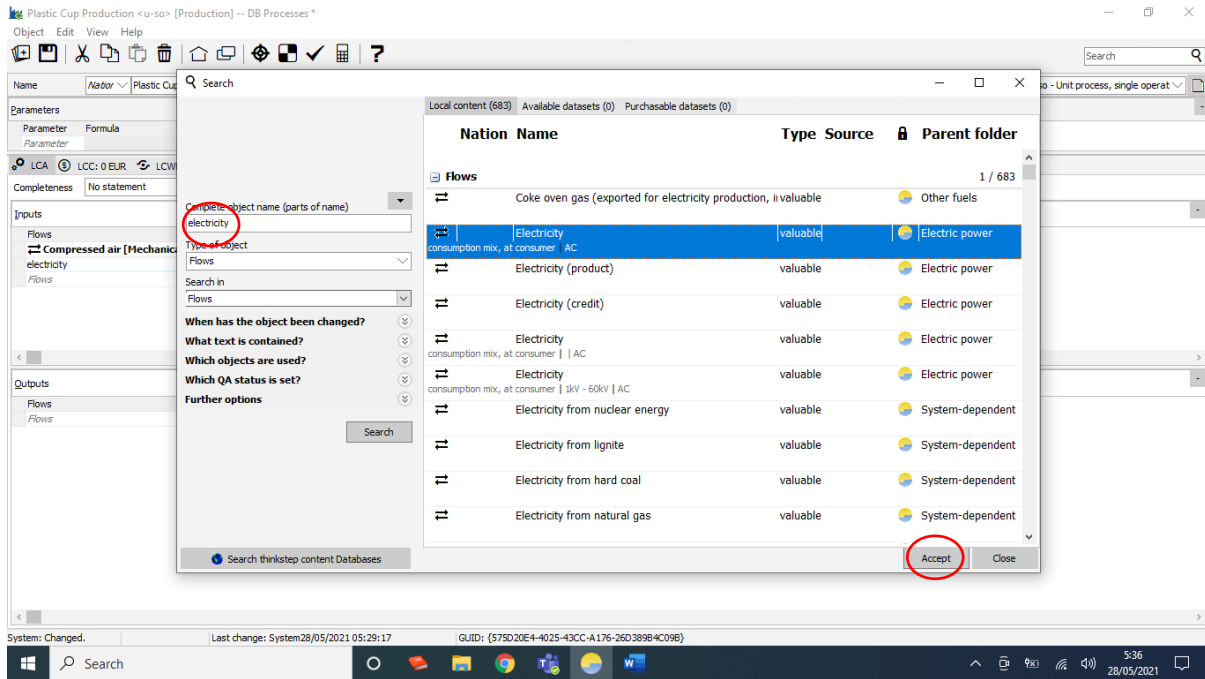
16. Selanjutnya, isilah jumlah (*amount*), *tracked flow*, dan sumber/asal (*origin*) sesuai studi kasus yang ada. Karena udara terkompresi merupakan *intermediate flow*, maka *tracked flow* diberi tanda (X).



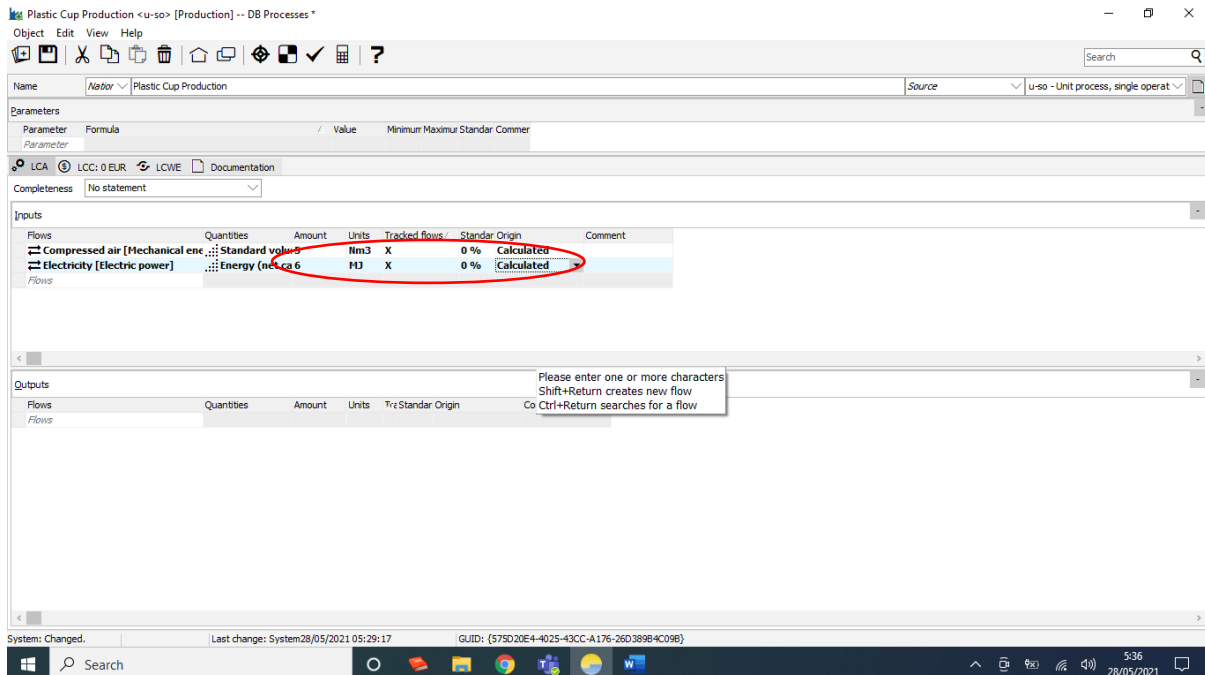
17. Kemudian, isilah aliran input selanjutnya, misalnya 'electricity', kemudian tekan 'Enter'.



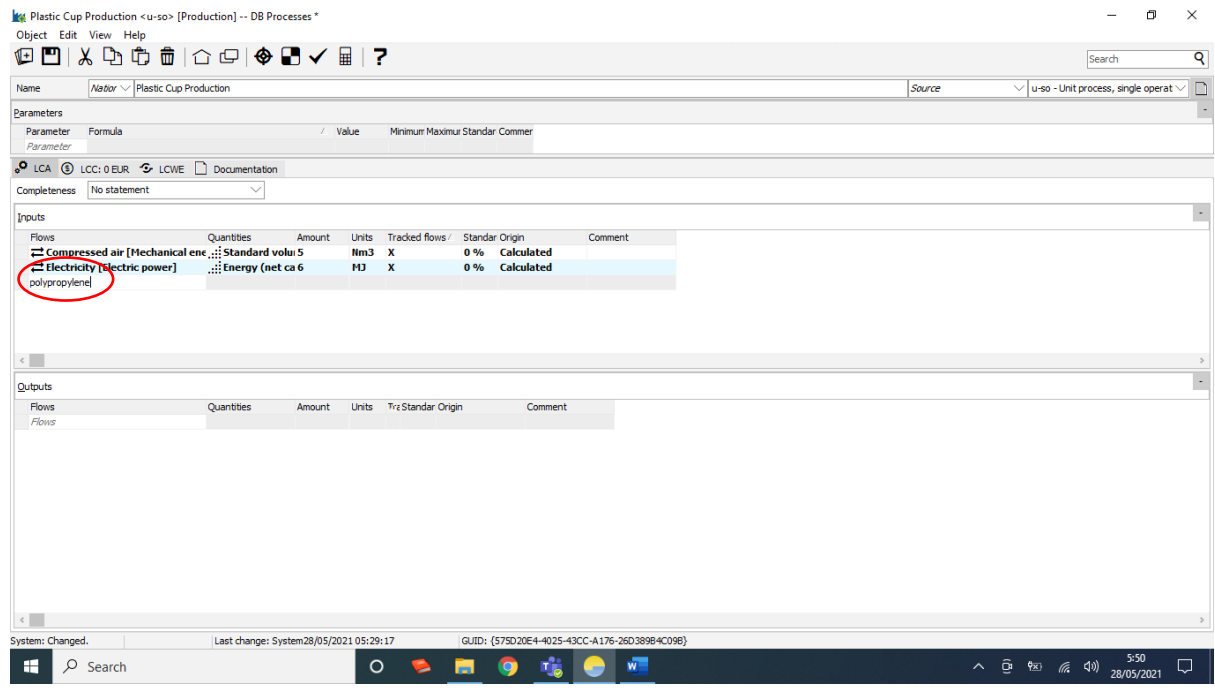
18. Pilih 'Electricity consumption mix' dan pilih 'Accept'.



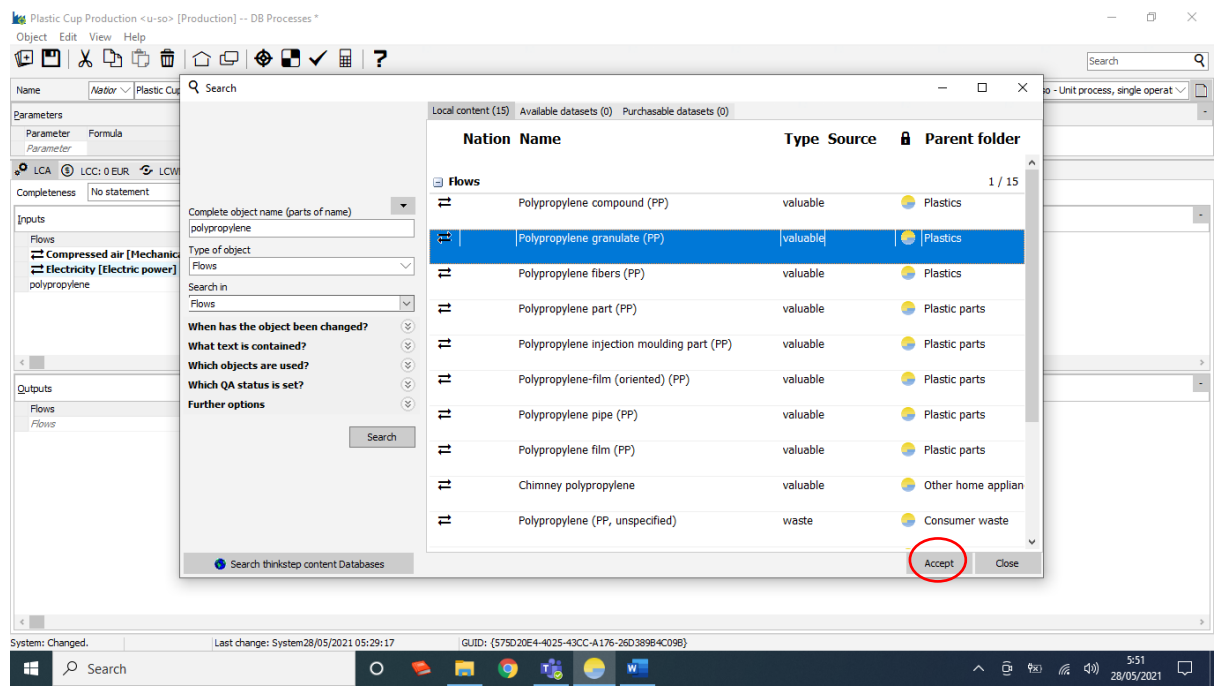
19. Kemudian, isilah jumlah (*amount*), *tracked flow*, dan sumber/asal (*origin*) sesuai studi kasus yang ada. Karena energi listrik merupakan *intermediate flow*, maka *tracked flow* diberi tanda (X).



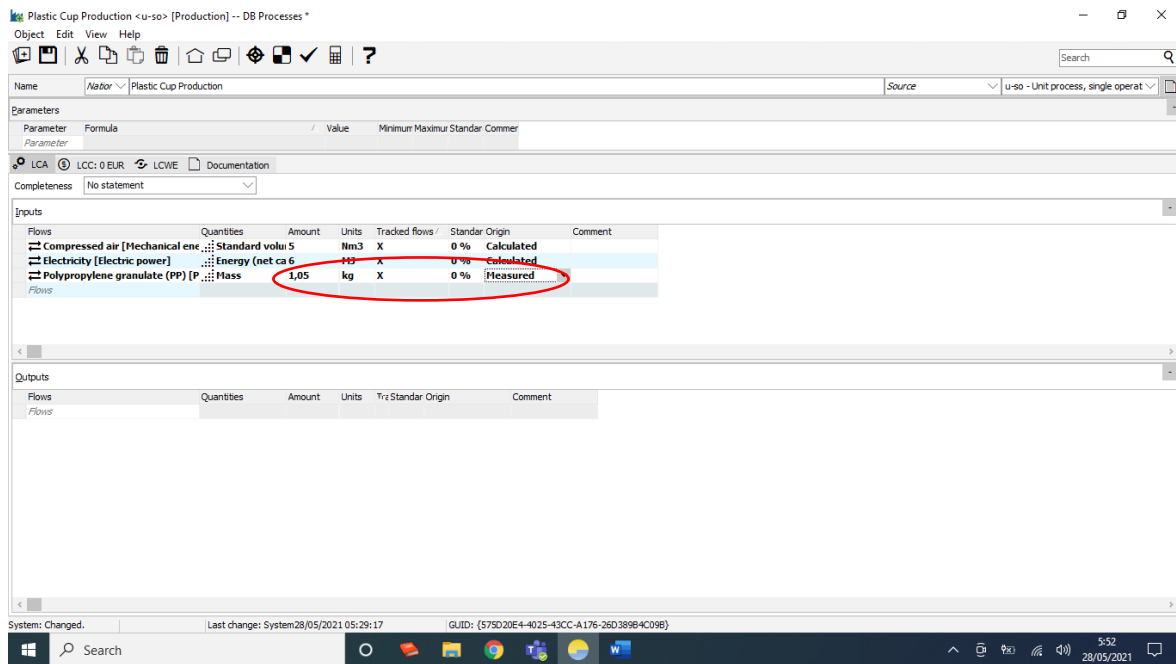
20. Isilah aliran input selanjutnya, misalnya 'polypropylene', kemudian tekan 'Enter'.



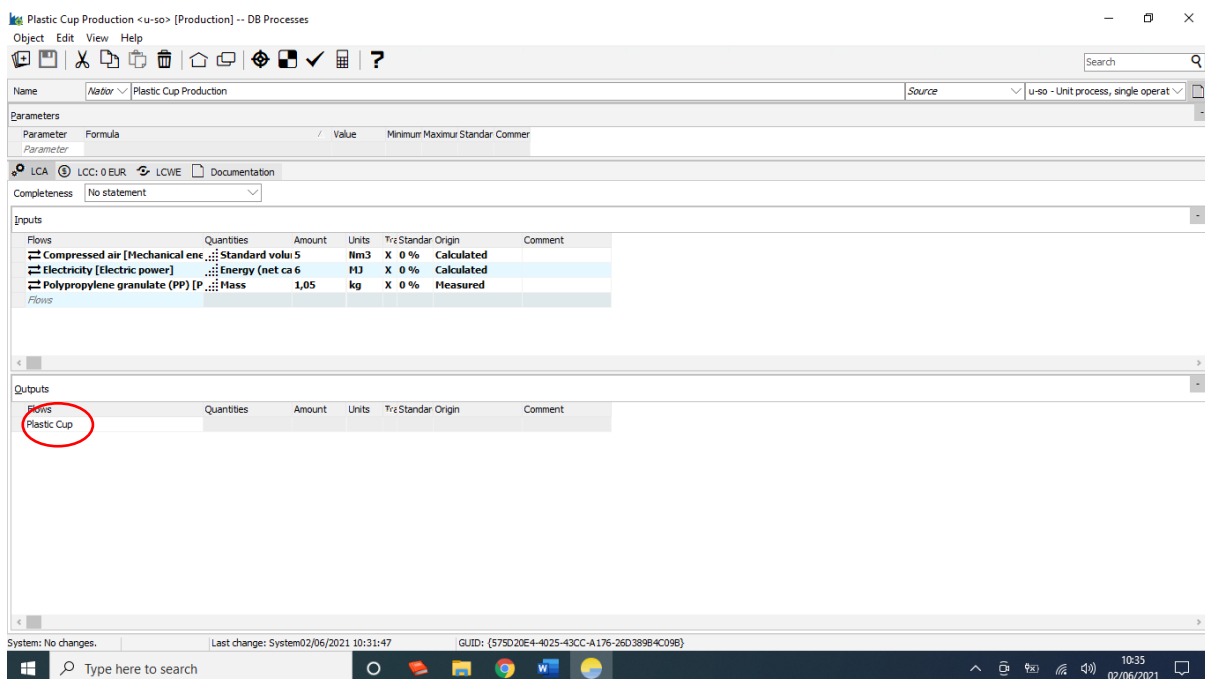
21. Pilih 'Polypropylene granulate (PP)' dan klik 'Accept'.



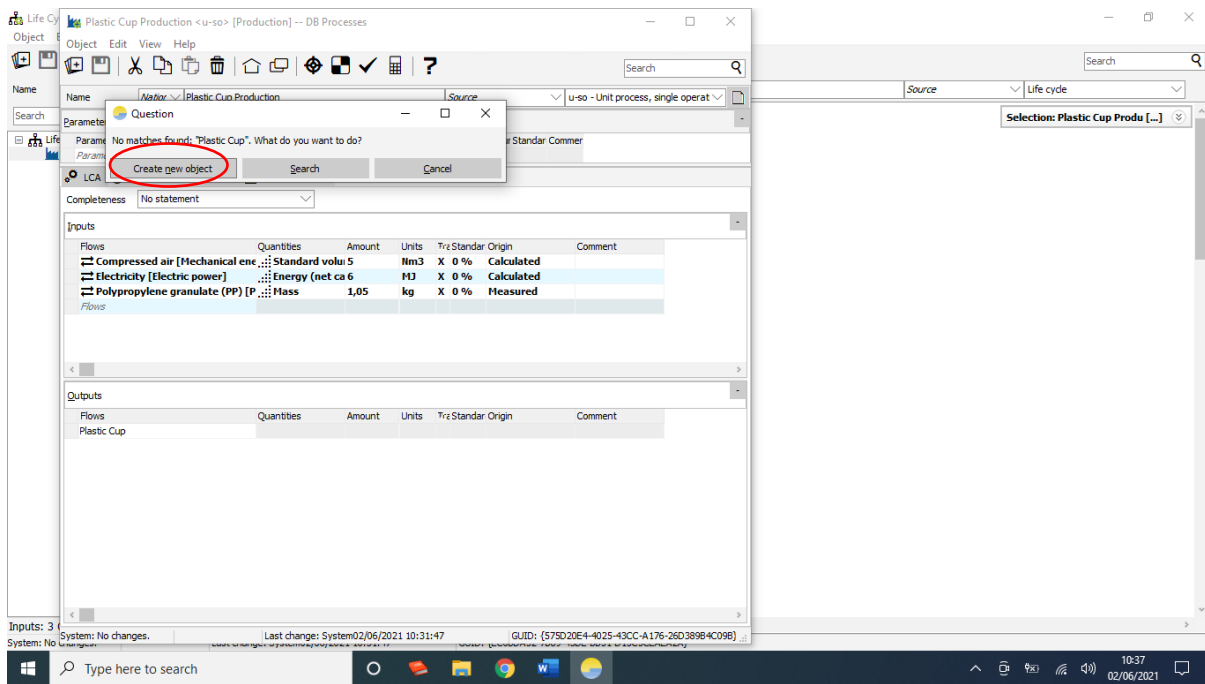
22. Kemudian, isilah jumlah (*amount*), *tracked flow*, dan sumber/asal (*origin*) sesuai studi kasus yang ada. Karena plastik merupakan *intermediate flow*, maka *tracked flow* diberi tanda (X).



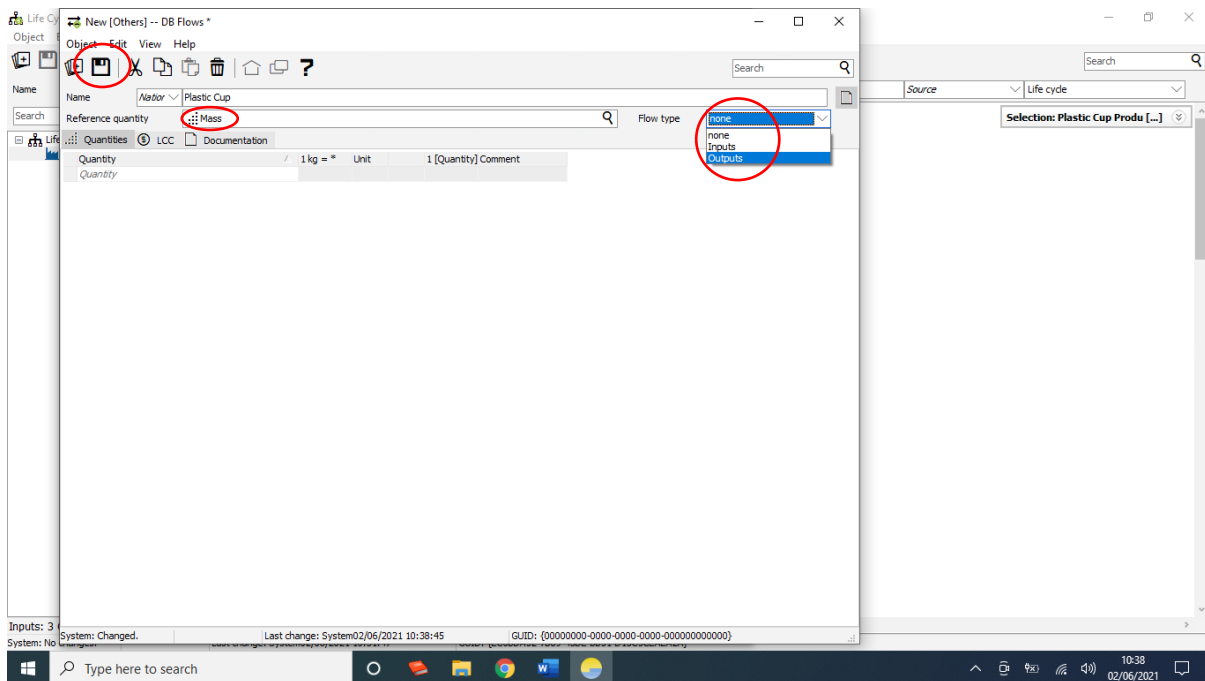
23. Setelah mengisi semua aliran input, maka langkah selanjutnya adalah mengisi aliran output. Output dari proses produksi gelas plastik ada dua, yaitu gelas plastik yang sudah jadi sebanyak 1 kg dan sisa limbah plastik sebanyak 0,05 kg. Aliran output berupa gelas plastik merupakan aliran produk jadi yang tidak terdapat di database GaBi. Aliran ini dapat dibuat menggunakan aliran tiruan/kosong (*dummy flows*). Ketik 'Plastic Cup' pada aliran output, kemudian tekan 'Enter'.



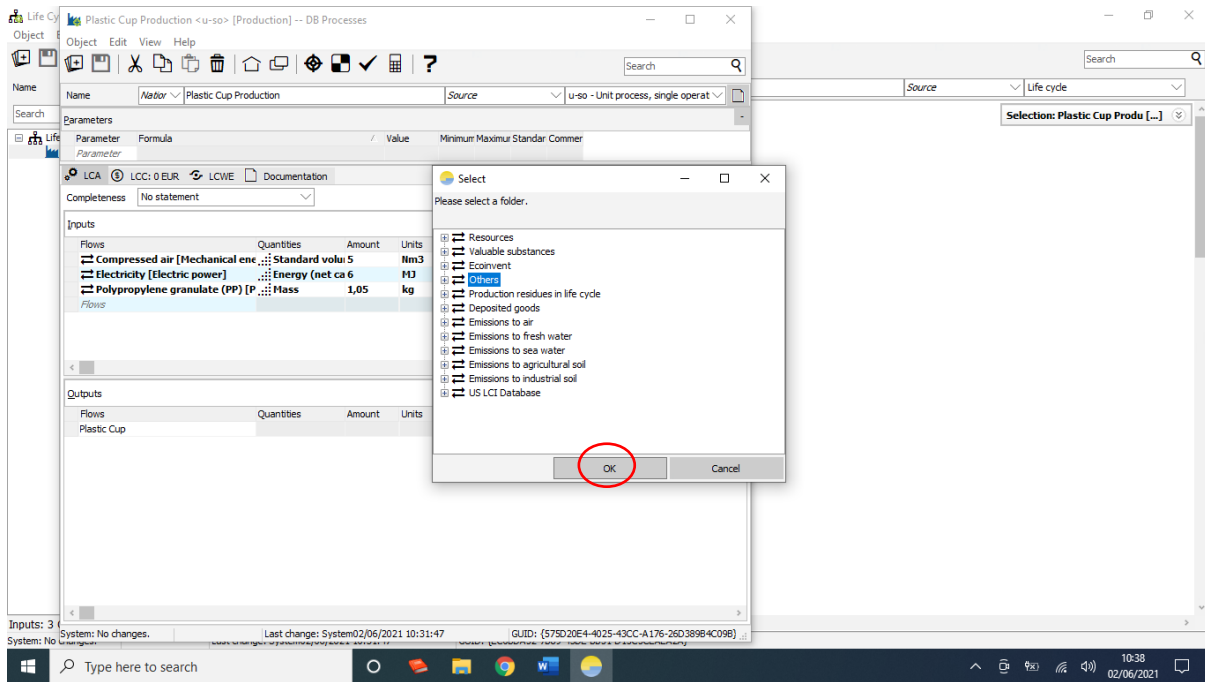
24. Pilih 'Create new object'.



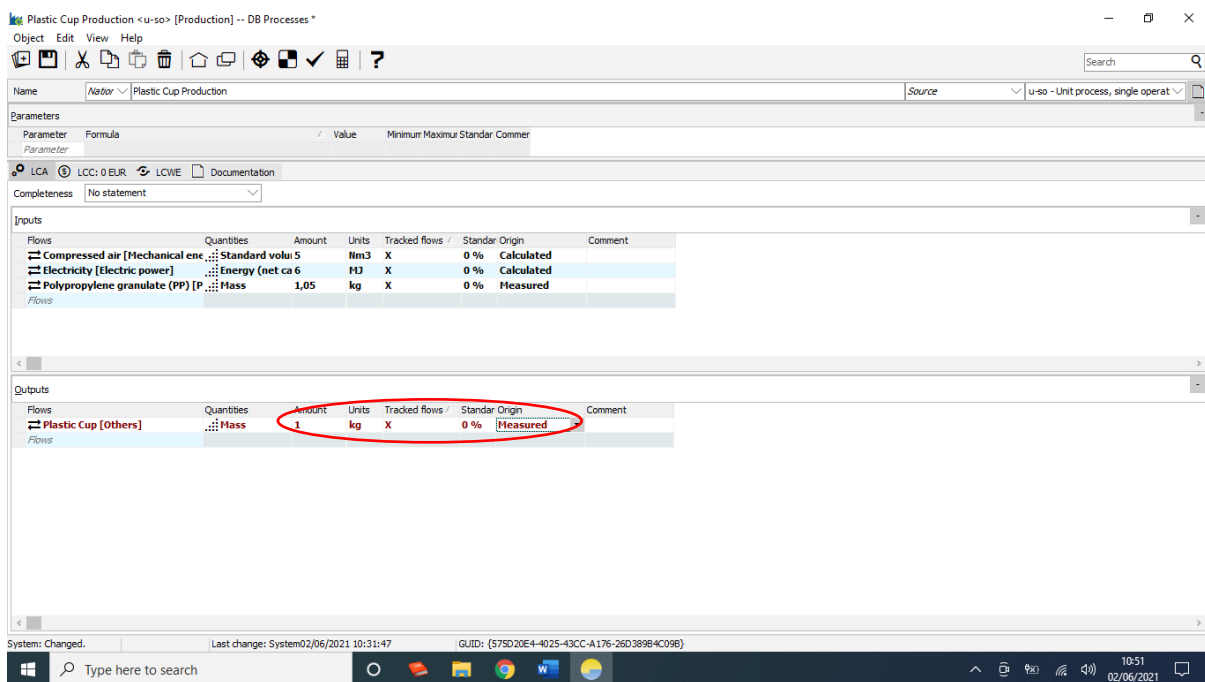
25. Pilih jenis aliran (flow type) berupa 'outputs' dan reference flows berupa 'mass' (karena ukuran gelas plastik berdasarkan massa). Kemudian, klik ikon 'Save'.



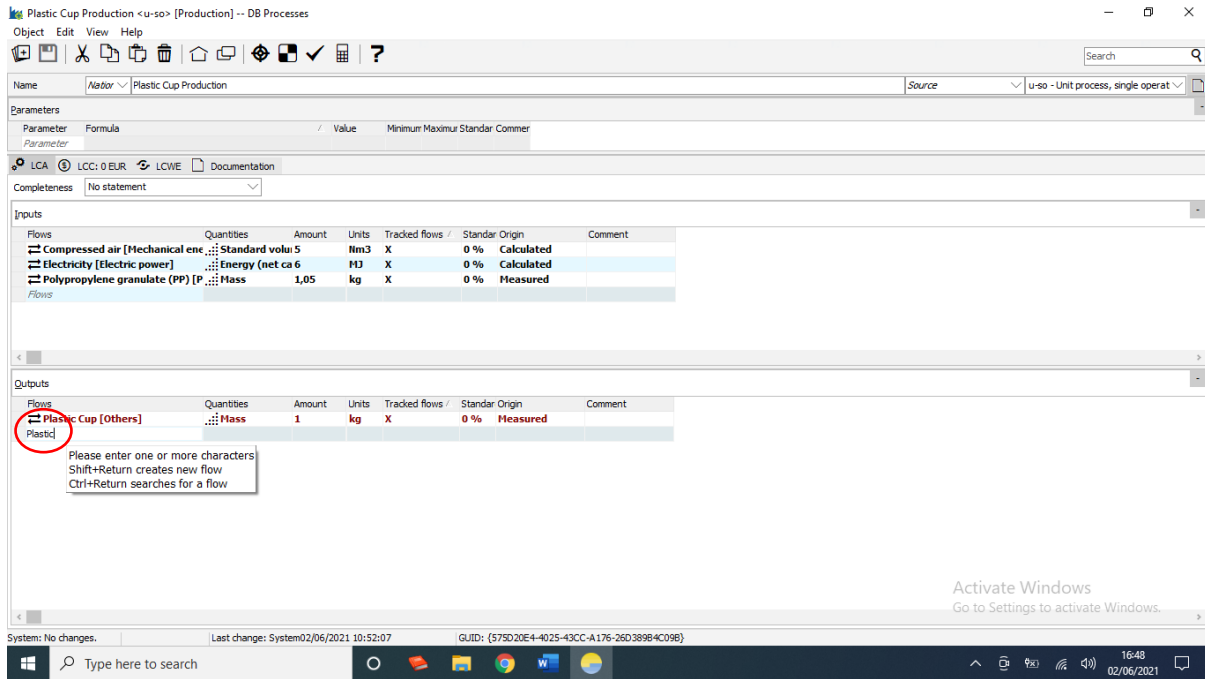
26. Pilihlah folder untuk mengklasifikasikan aliran baru, misalnya pilih 'Others' dan klik OK. Aliran *dummy* untuk output gelas plastik sekarang sudah terbentuk.



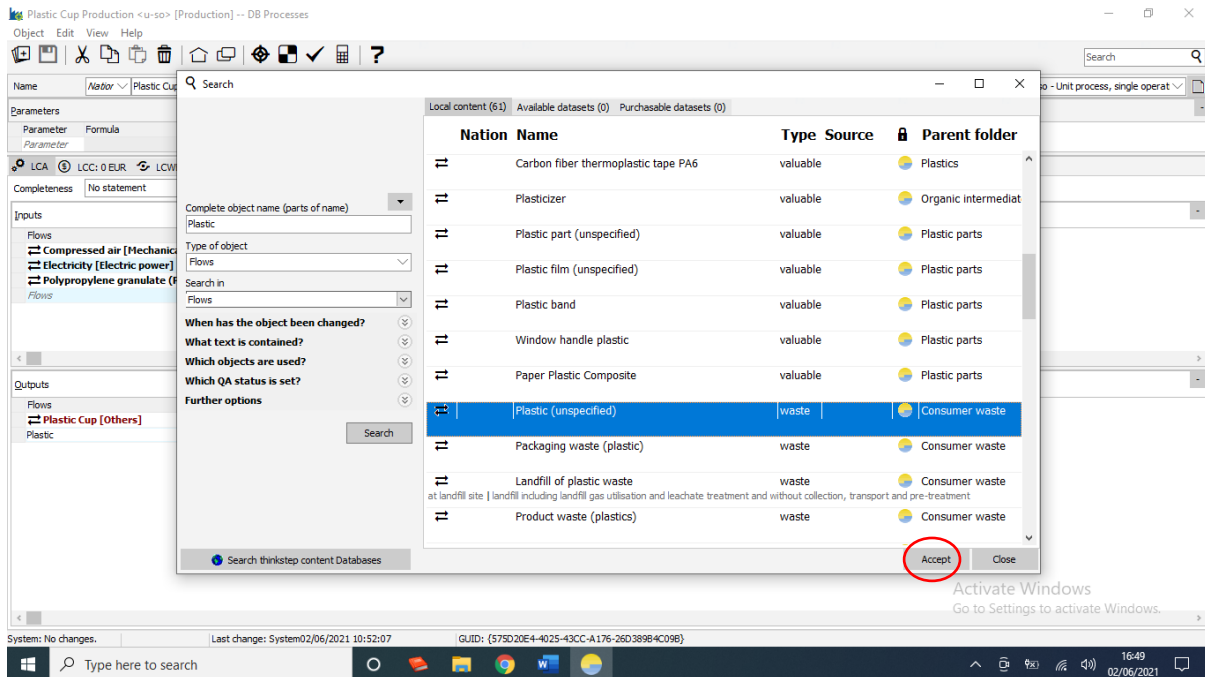
27. Karena gelas plastik merupakan produk yang akan diangkat menggunakan truk nantinya, maka aliran ini merupakan *intermediate flows* dan harus diberi tanda 'X'. Klik beberapa kali pada kolom 'Tracked flow' sampai tandanya berubah menjadi 'X'. Kemudian, isilah jumlah (*amount*) dan sumber (*origin*) sesuai studi kasus yang ada.



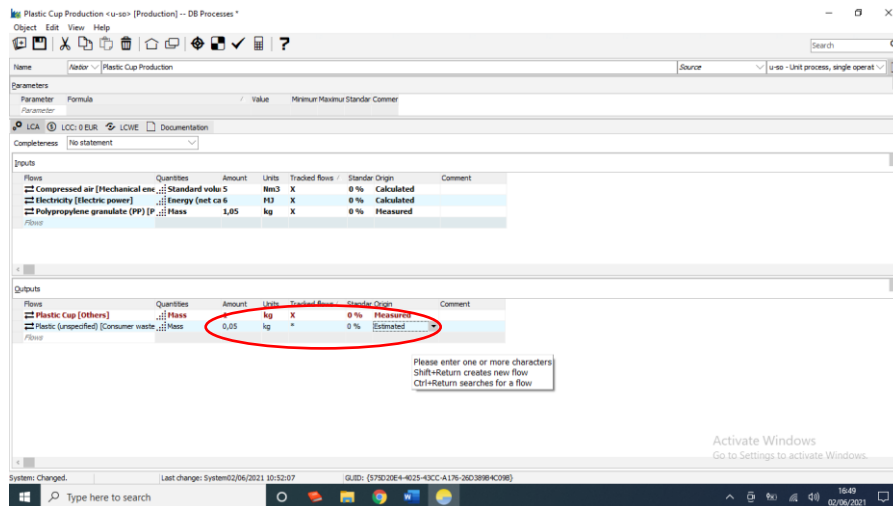
28. Aliran output terakhir adalah sisa atau limbah dari proses produksi gelas plastik. Ketik 'Plastic' pada aliran output., kemudian tekan 'Enter'.



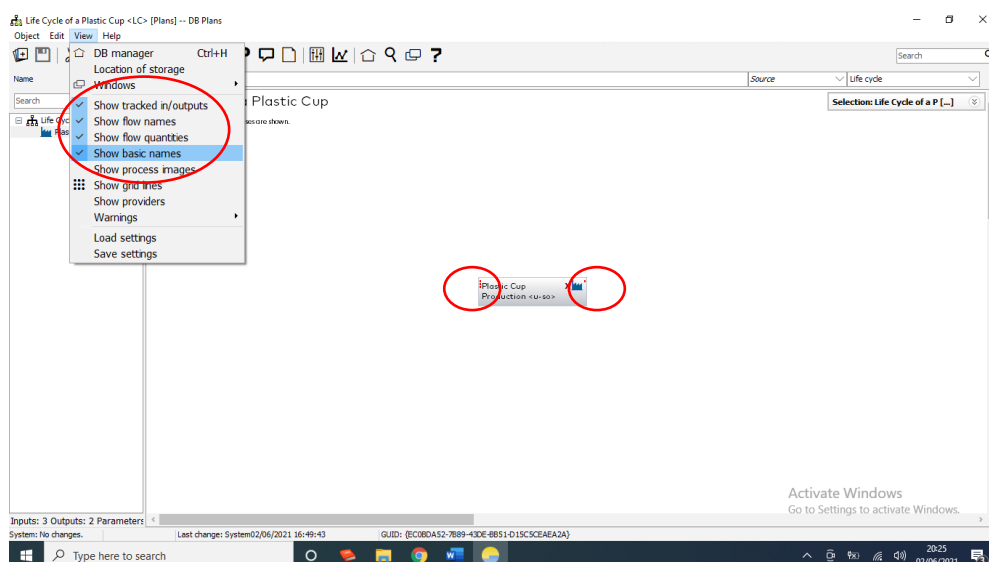
29. Karena aliran ini merupakan limbah hasil produksi, maka pilih 'Plastic (unspecified)' dengan jenis sumber 'waste', kemudian klik 'Accept'.



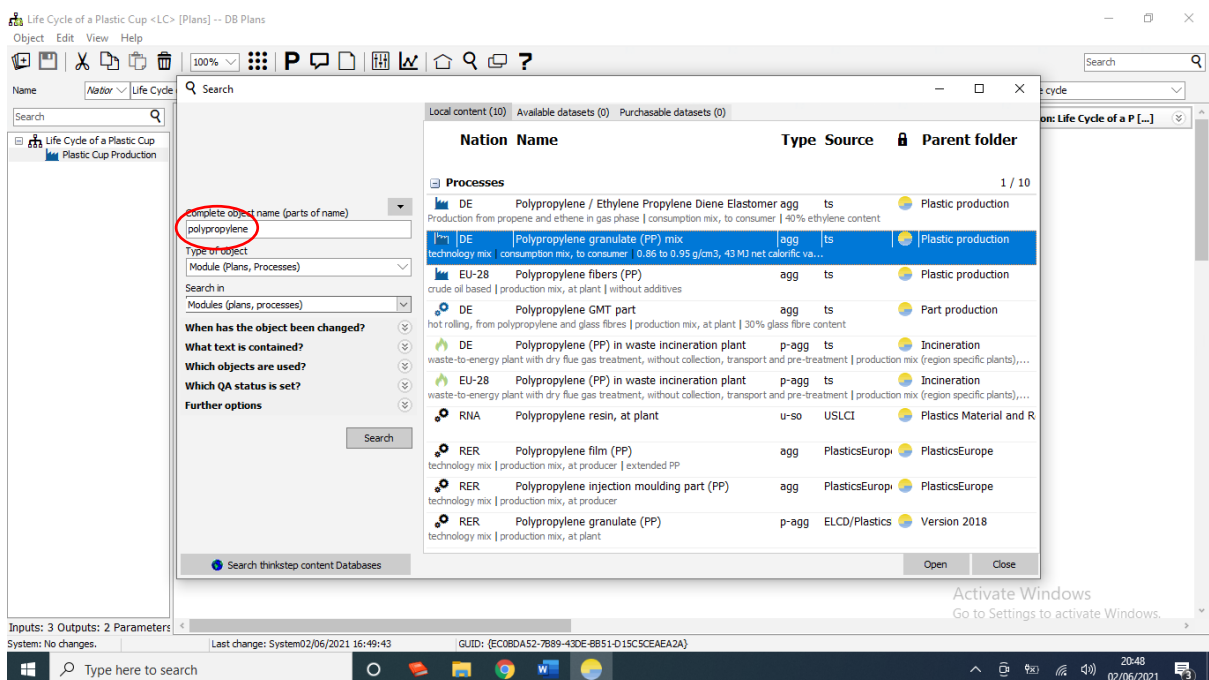
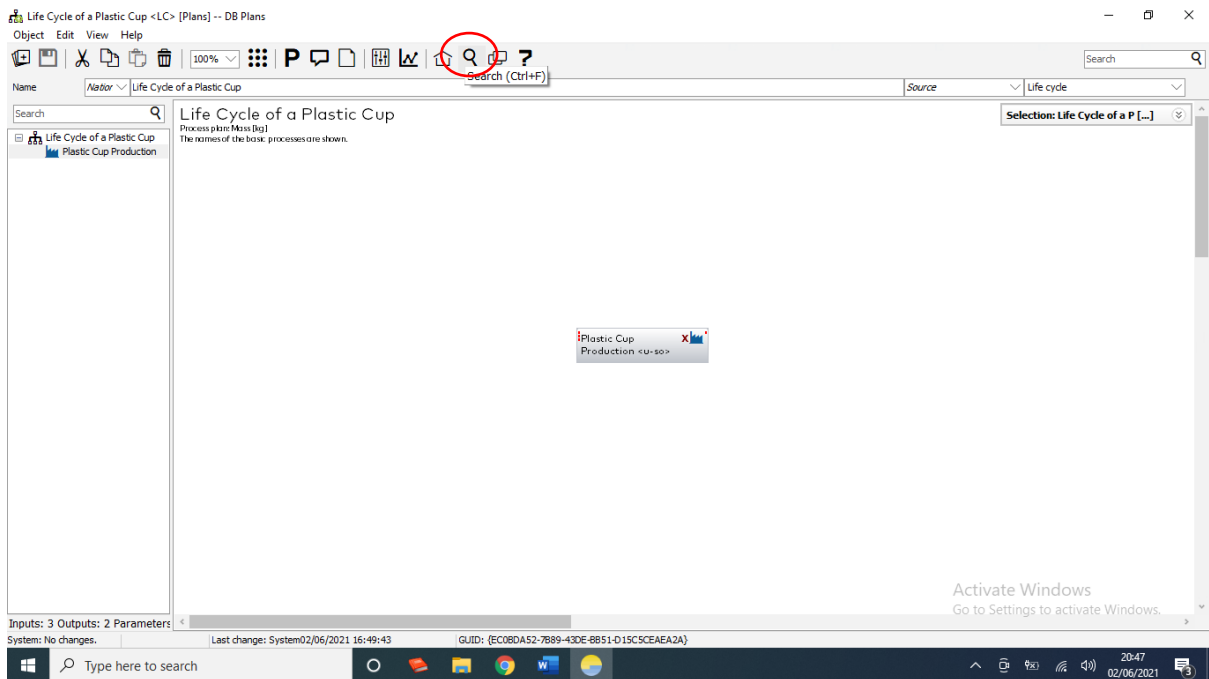
30. Karena limbah plastik termasuk jenis aliran elementary flow, maka harus diberi tanda '*'. Klik beberapa kali pada kolom 'Tracked flow' sampai tandanya berubah menjadi '*'. Kemudian, isilah jumlah (*amount*) dan sumber (*origin*) sesuai studi kasus yang ada. Setelah semua aliran input dan output terisi, maka klik ikon 'Save' untuk menyimpan data LCI, kemudian klik *close* (x).

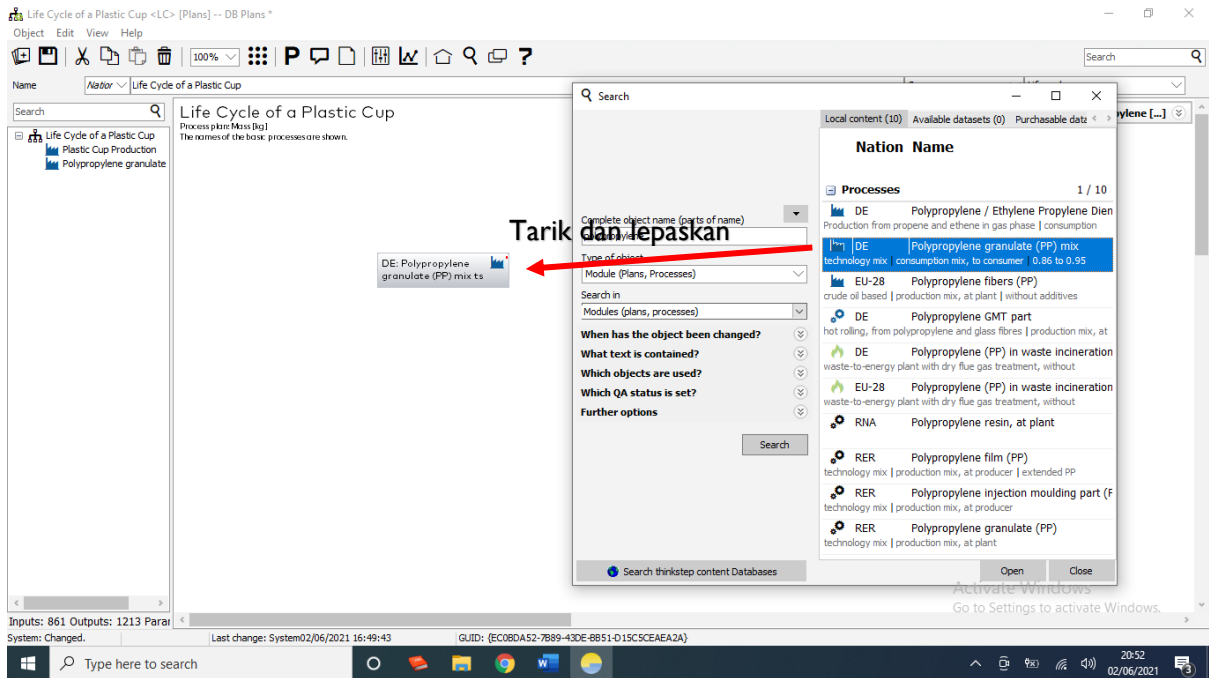


31. Langkah selanjutnya adalah membuat proses yang mendukung proses produksi gelas plastik. Untuk melihat keterangan aliran input dan output, pilih 'View', kemudian centanglah 'Show tracked in/outputs', 'Show flow names', 'Show flow quantities', dan 'Show basic names'. Perhatikan, terdapat tiga titik merah di sebelah kiri box dan satu titik merah di sebelah kanan box. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses produksi gelas plastik memerlukan tiga proses sebagai input dan satu proses sebagai output dengan jenis aliran *intermediate flows*. Tiga proses input yang diperlukan, yaitu proses pembuatan plastik granula, proses penyediaan energi listrik, dan udara terkompresi.

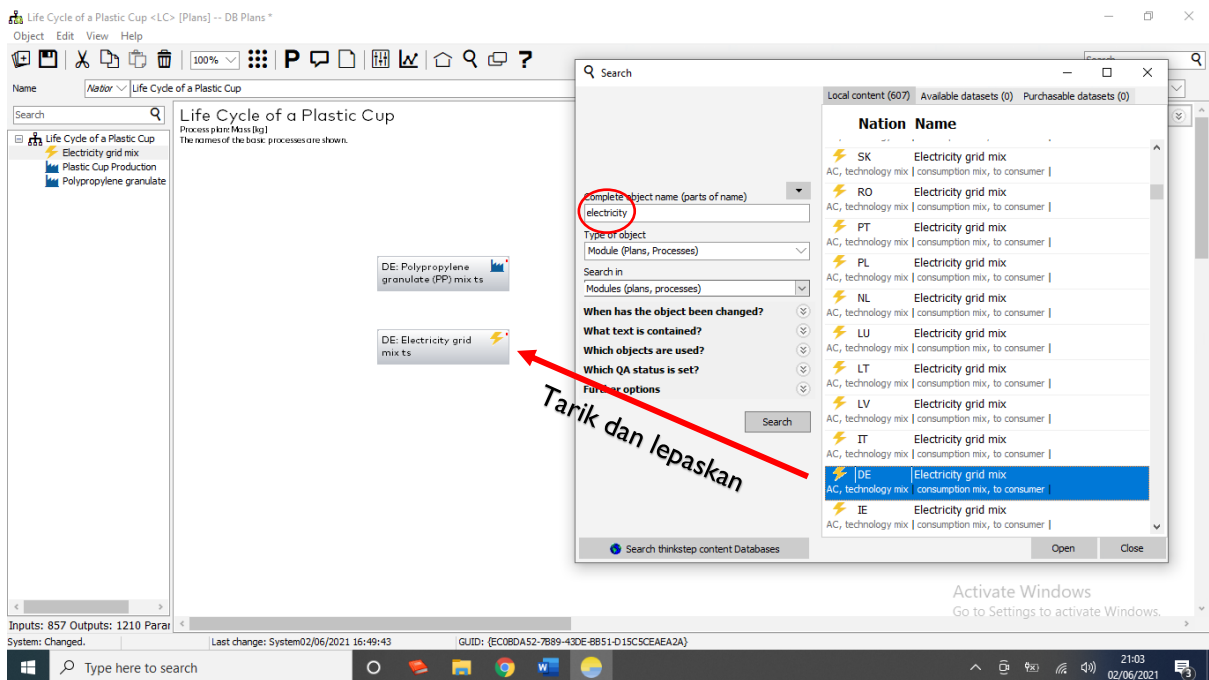


32. Untuk menampilkan proses tersebut, dapat dilakukan dengan cara *drag and drop*. Klik ikon 'Search'. Kemudian, ketik 'polypropylene' dan tekan 'Enter', maka akan muncul banyak pilihan jenis plastik *polypropylene*. Karena berupa butiran plastik (granula), maka pilih 'Polypropylene granulate (PP) mix'. Kemudian lakukan langkah *drag and drop* dengan cara mengklik proses tersebut dengan *left button* dan menariknya ke ruang *plan* (sambil menahan *left button*), kemudian lepaskan *left button*.

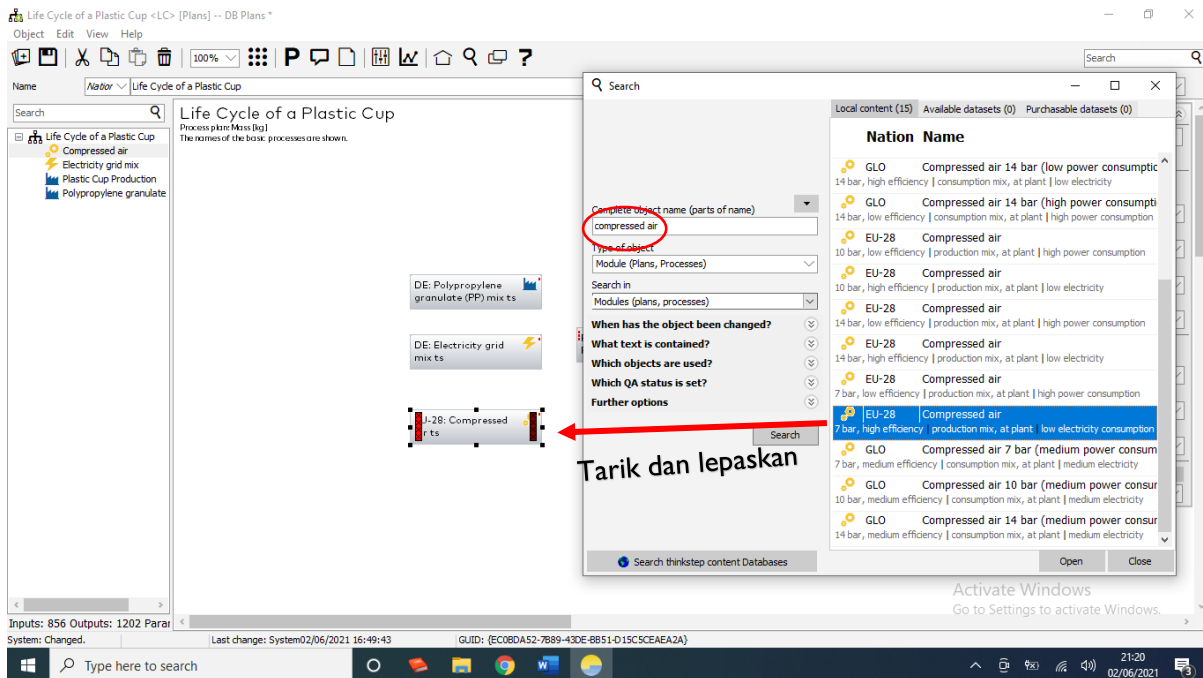




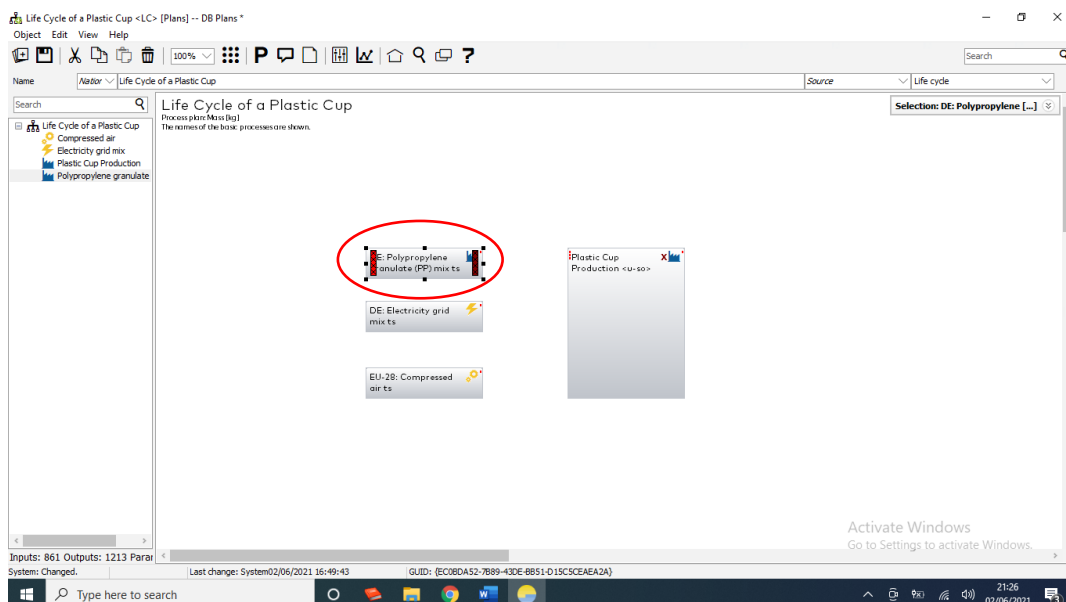
33. Cara yang sama juga dapat dilakukan untuk proses penyediaan energi listrik dan udara terkompresi. Ketik 'electricity', kemudian pilih 'Electricity grid mix, consumption mix, to consumer' karena energi listrik yang kita perlukan adalah energi listrik siap pakai. Kode DE artinya energi listrik tersebut diproduksi di negara Jerman. Kemudian, lakukan langkah *drag and drop*.

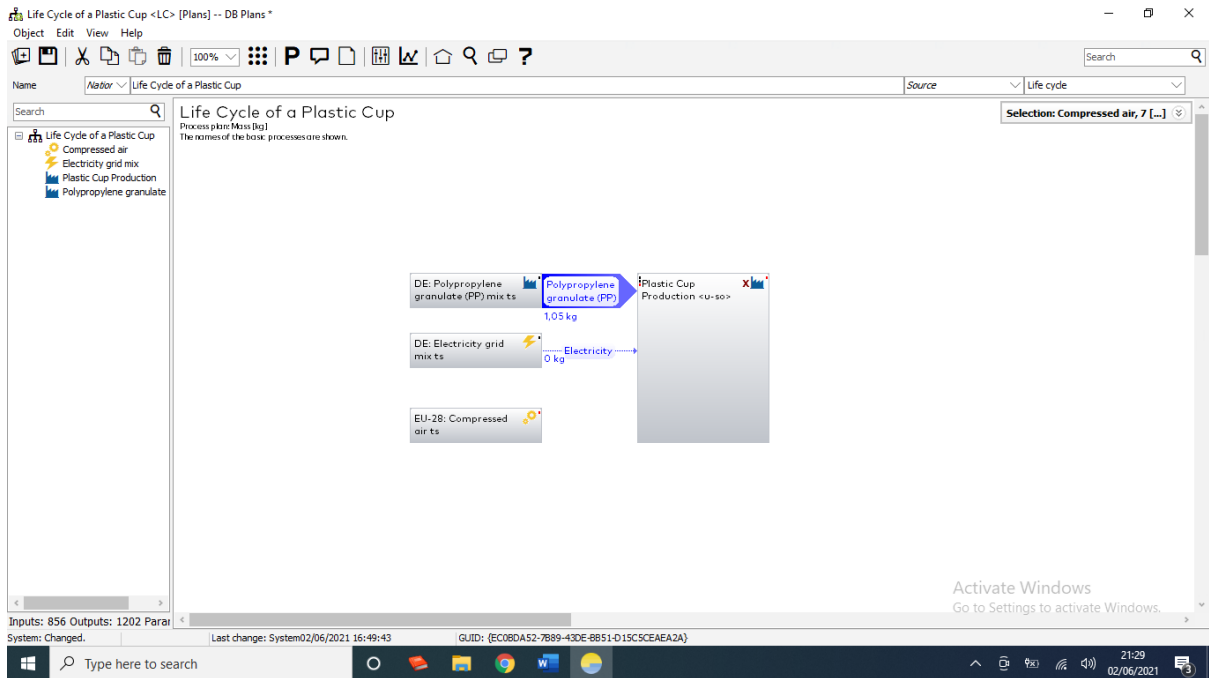


34. Ketik 'compressed air', kemudian pilih 'Compressed air 7 bar, high efficiency'. Karena kode DE tidak tersebut, maka dapat menggunakan kode EU-28 yang artinya proses penyediaan udara terkompresi tersebut relevan digunakan di seluruh Eropa. Kemudian, lakukan langkah *drag and drop*. Kemudian, klik *close* (x).

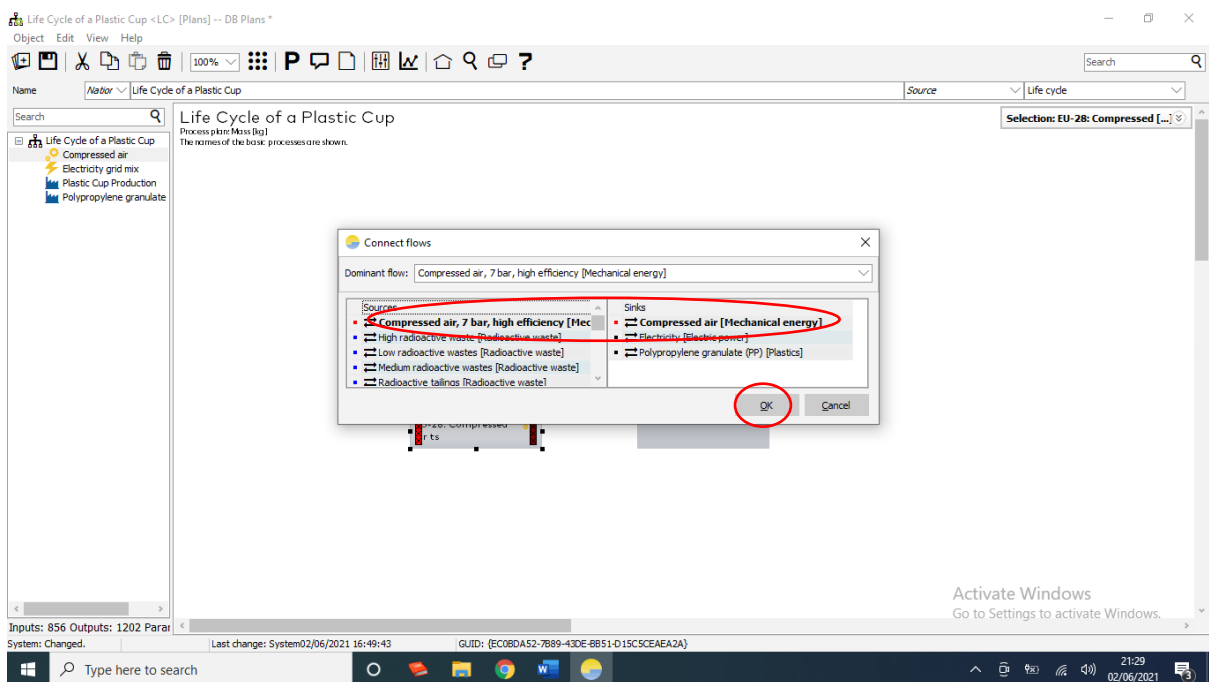


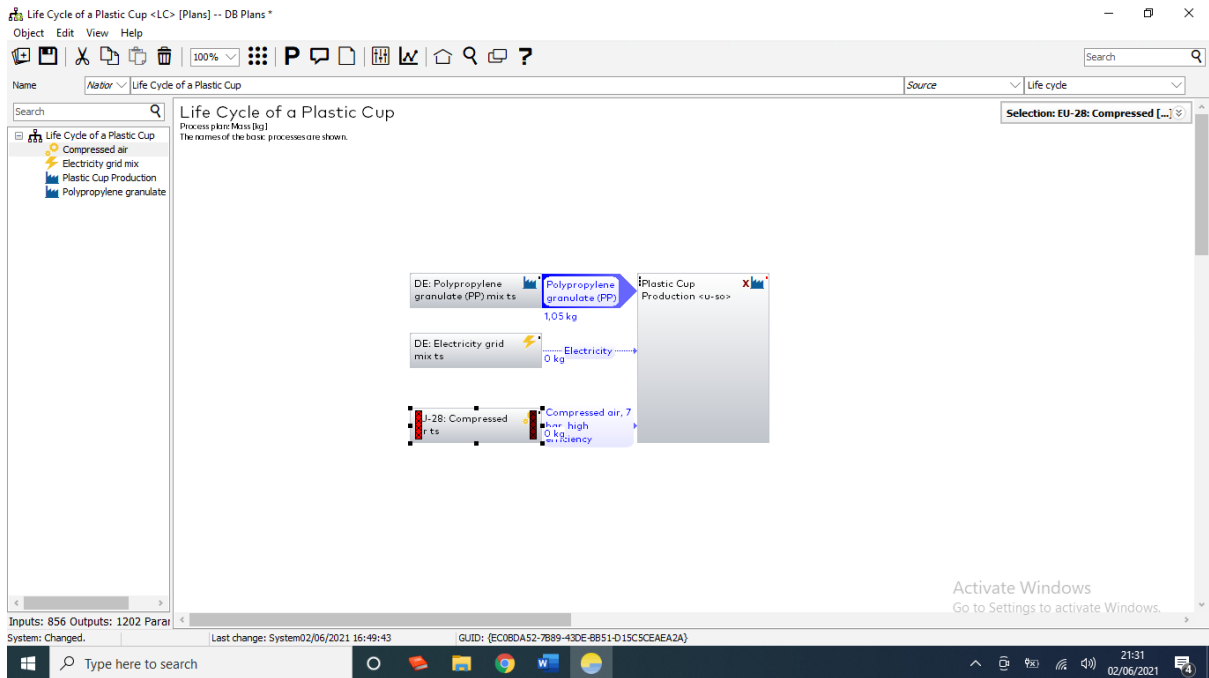
35. Untuk menghubungkan tiap proses, maka klik box 'Polypropylene granulate (PP) mix' hingga muncul dua garis merah. Klik garis merah sebelah kanan dengan left button, kemudian tariklah ke tengah-tengah box proses 'Plastic Cup Production', maka aliran penghubung akan terbentuk. Langkah yang sama juga dilakukan pada proses penyediaan energi listrik dan udara terkompresi.



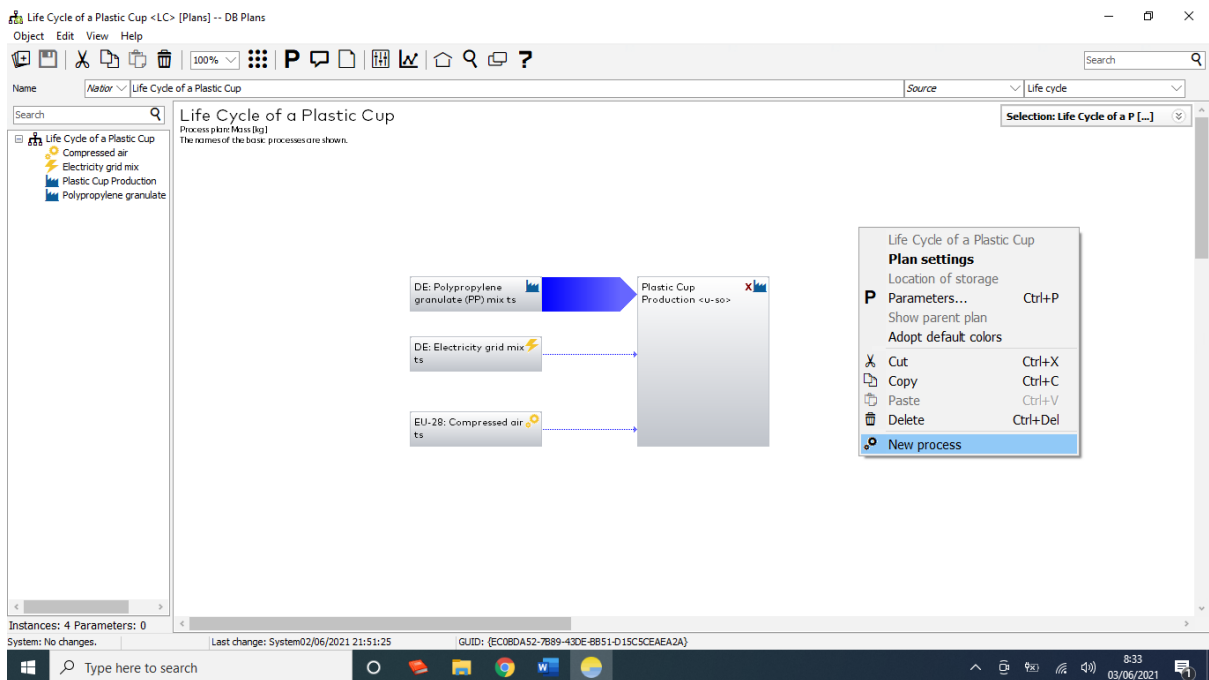


36. Untuk proses penyediaan udara terkompresi, jika muncul box seperti di bawah ini, maka pastikan antara *Sources* dan *Sinks* merupakan proses dan aliran yang sesuai. Jika sudah sesuai, maka klik OK. Semua proses dan aliran input sekarang sudah terhubung. Langkah selanjutnya adalah membuat proses output dan menghubungkannya dengan proses produksi.

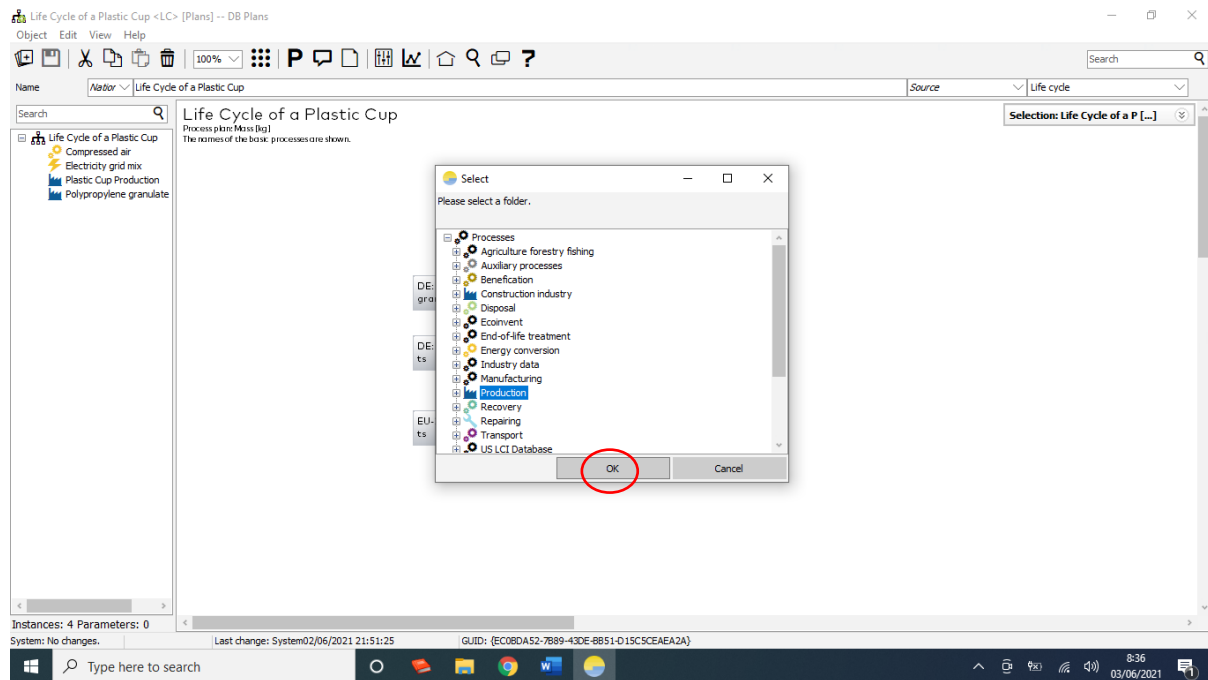




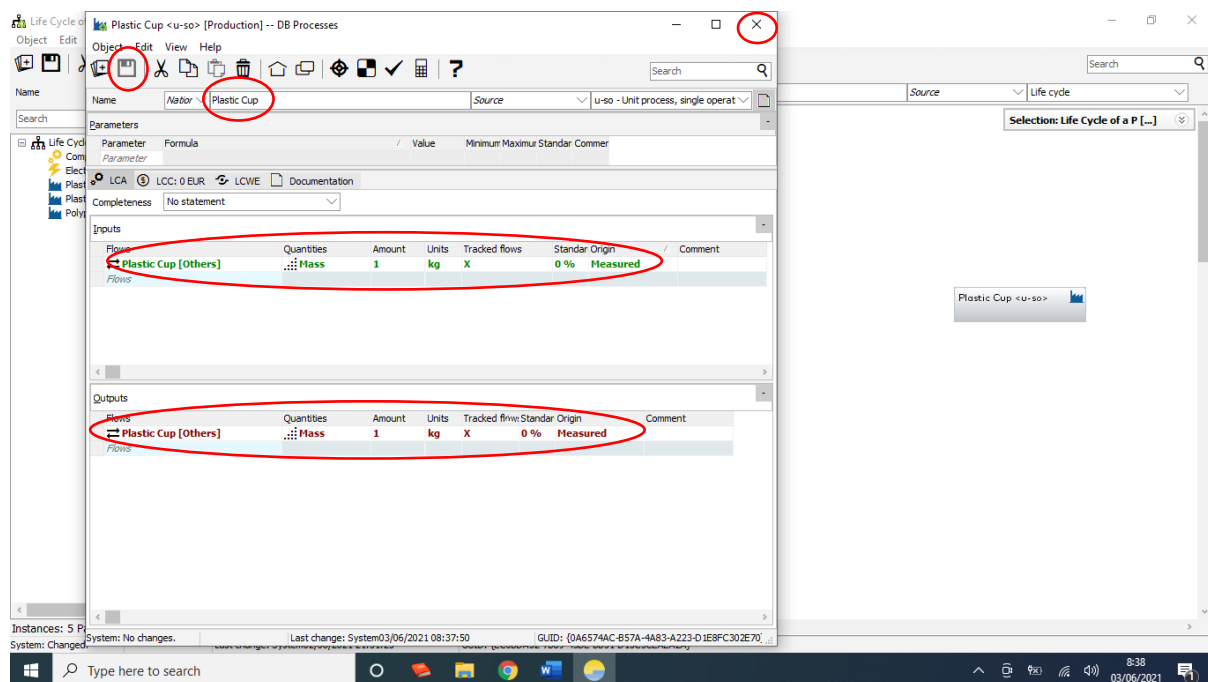
37. Output yang pertama adalah gelas plastic (produk jadi) 1 kg. Karena proses ini tidak tersedia di database GaBi (sama seperti flow), maka kita harus membuat proses tiruan/kosong (*dummy process*). Klik kanan pada ruang kosong di plan, kemudian pilih 'New process'.



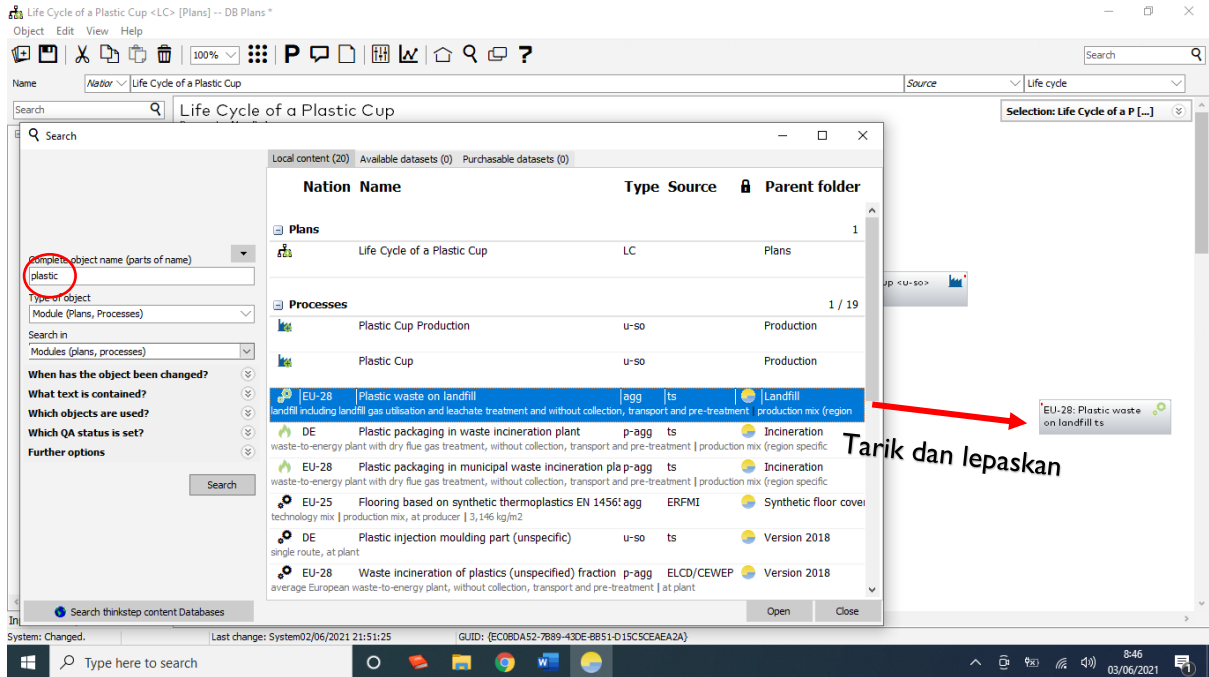
38. Pilih 'Production', kemudian klik OK.



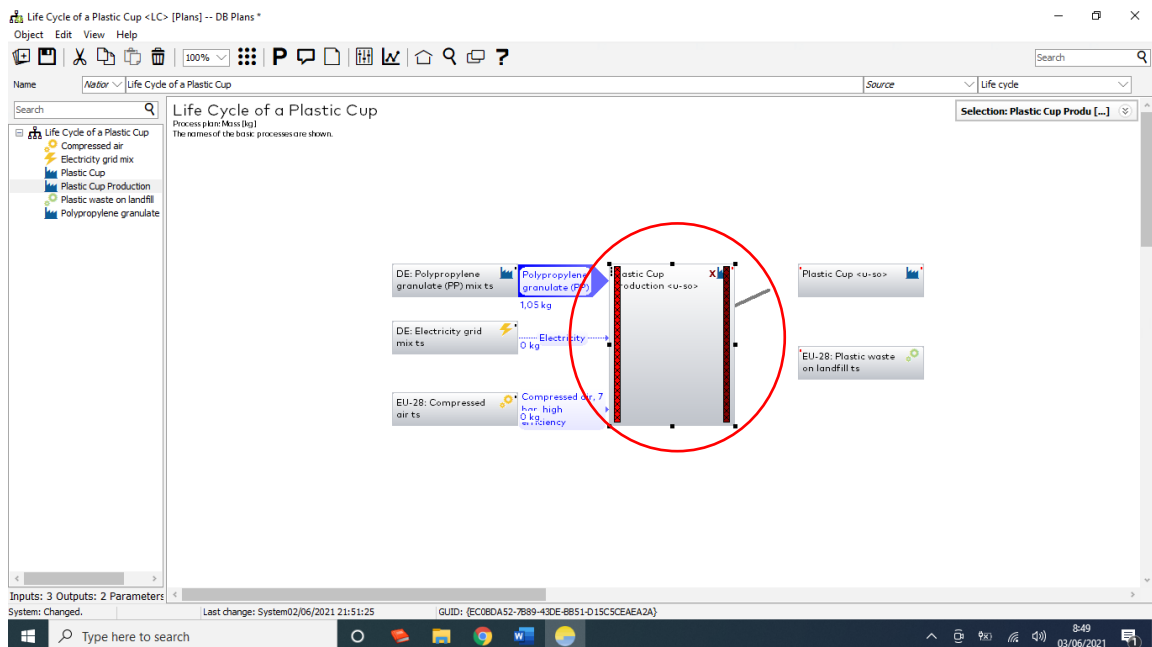
39. Tuliskan nama prosesnya, misalnya 'Plastic Cup'. Kemudian isilah aliran input dan output dengan aliran yang sama (aliran yang sudah dibuat sebelumnya akan otomatis keluar), yaitu 'Plastic Cup'. Isilah jumlah (amount), tracked flows, dan sumber/asal (origin) sesuai studi kasus yang ada. Karena aliran 'Plastic Cup' bukan limbah, maka dia digolongkan dalam jenis *intermediate flow*, maka berilah tanda 'X' pada *tracked flows*. Setelah selesai, klik ikon 'Save' dan close (x).



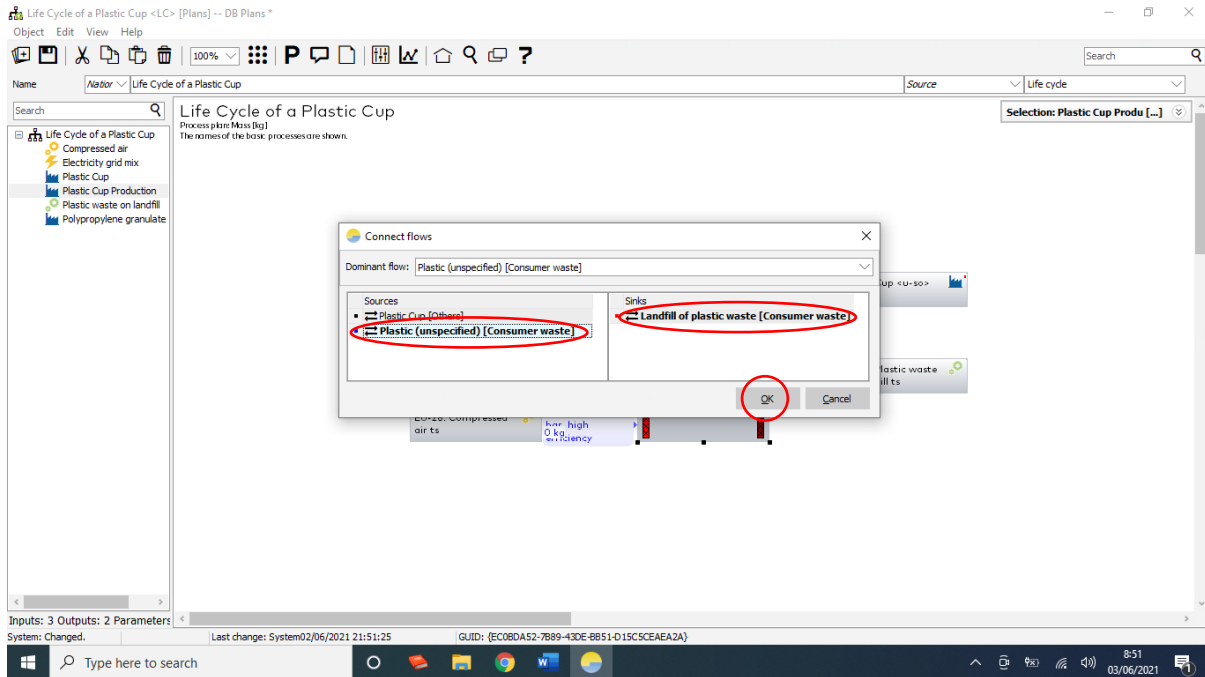
40. Langkah selanjutnya adalah menyediakan proses pembuangan sisa limbah plastik di area pembuangan sampah. Klik ikon 'Search', kemudian ketik 'plastic' dan tekan 'Enter'. Karena plastic sudah berupa limbah di area pembuangan sampah, maka pilih 'Plastic waste on landfill'. Lakukan langkah *drag and drop* dan klik *close (x)*.



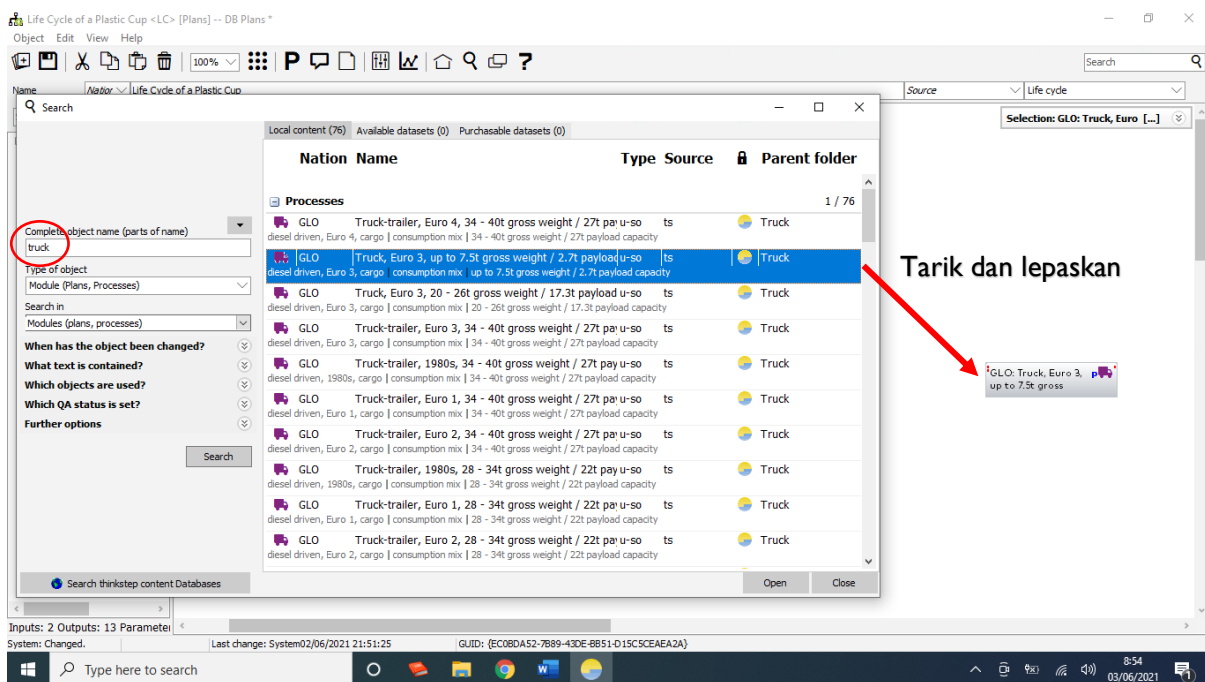
41. Untuk menghubungkan tiap proses, maka klik box 'Plastic Cup Production' hingga muncul dua garis merah. Klik garis merah sebelah kanan dengan *left button*, kemudian tariklah ke tengah-tengah box proses 'Plastic Cup', maka aliran penghubung akan terbentuk. Langkah yang sama juga dilakukan pada proses sisa limbah di area pembuangan sampah.



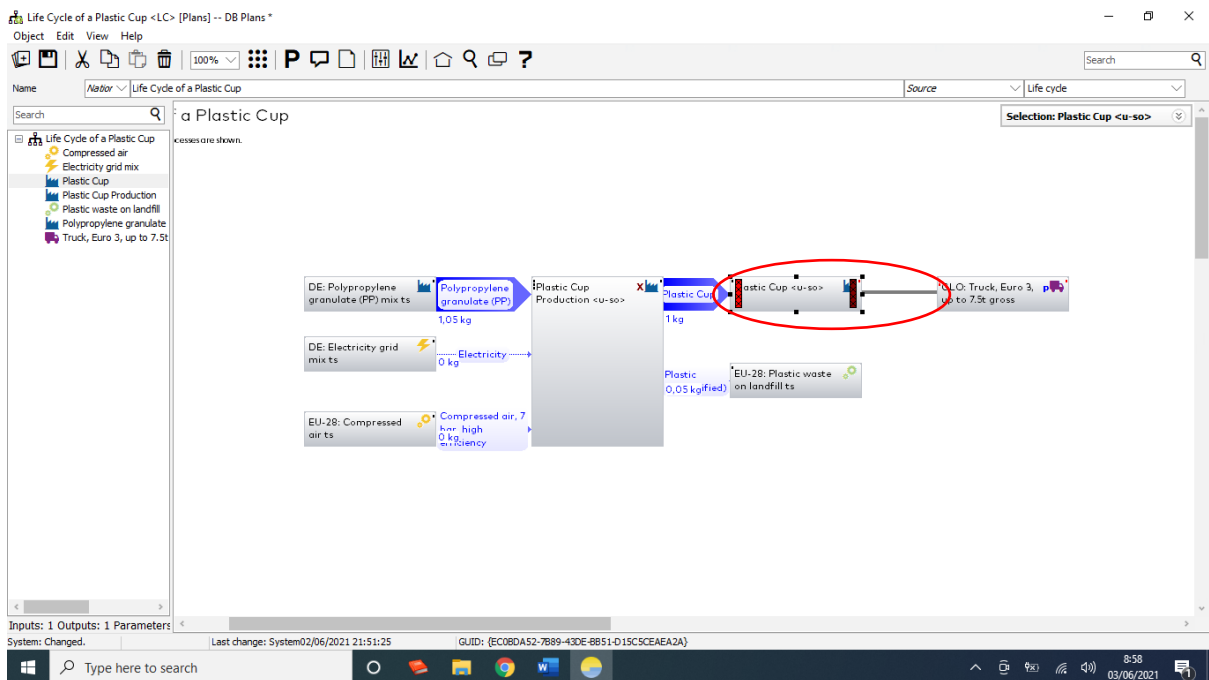
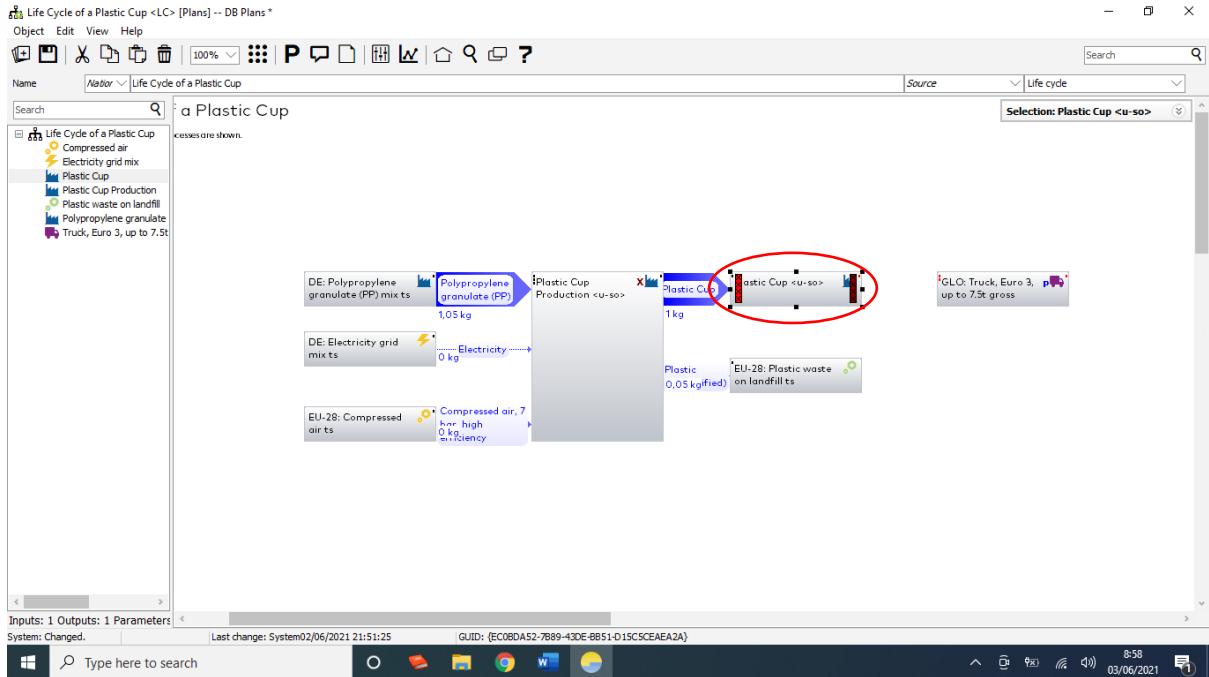
42. Untuk proses sisa limbah plastik, jika muncul box seperti di bawah ini, maka pastikan antara Sources dan Sinks merupakan proses dan aliran yang sesuai. Jika sudah sesuai, maka klik OK. Semua proses dan aliran output sekarang sudah terhubung.



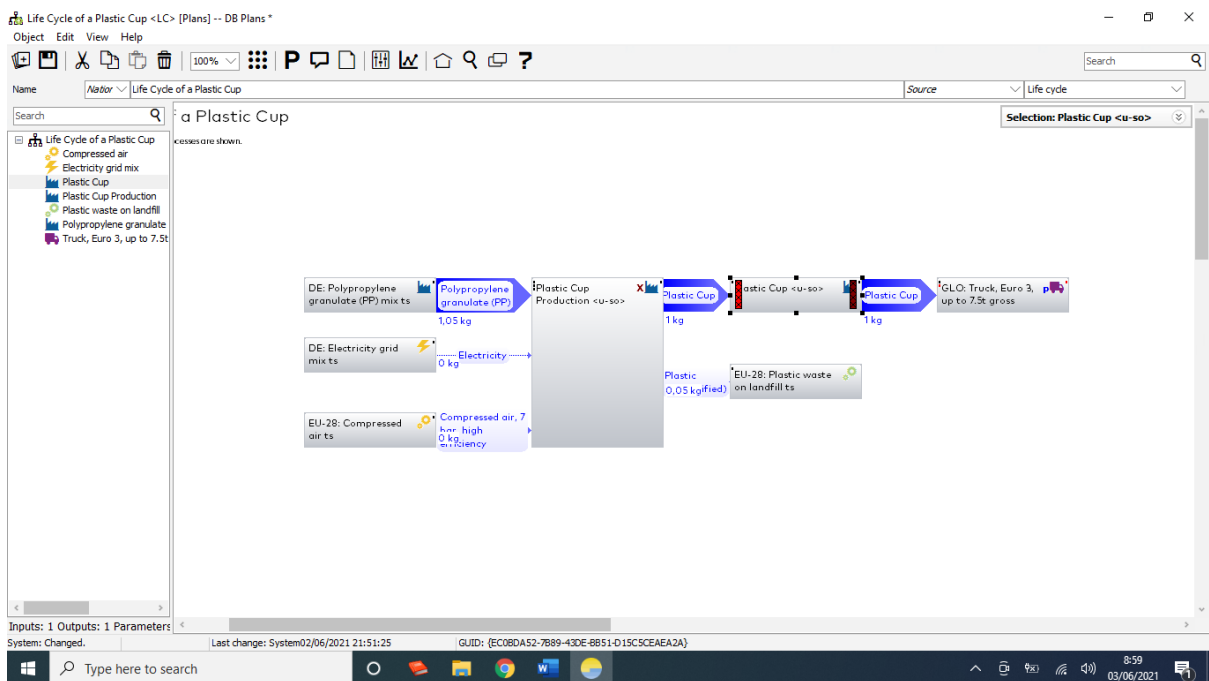
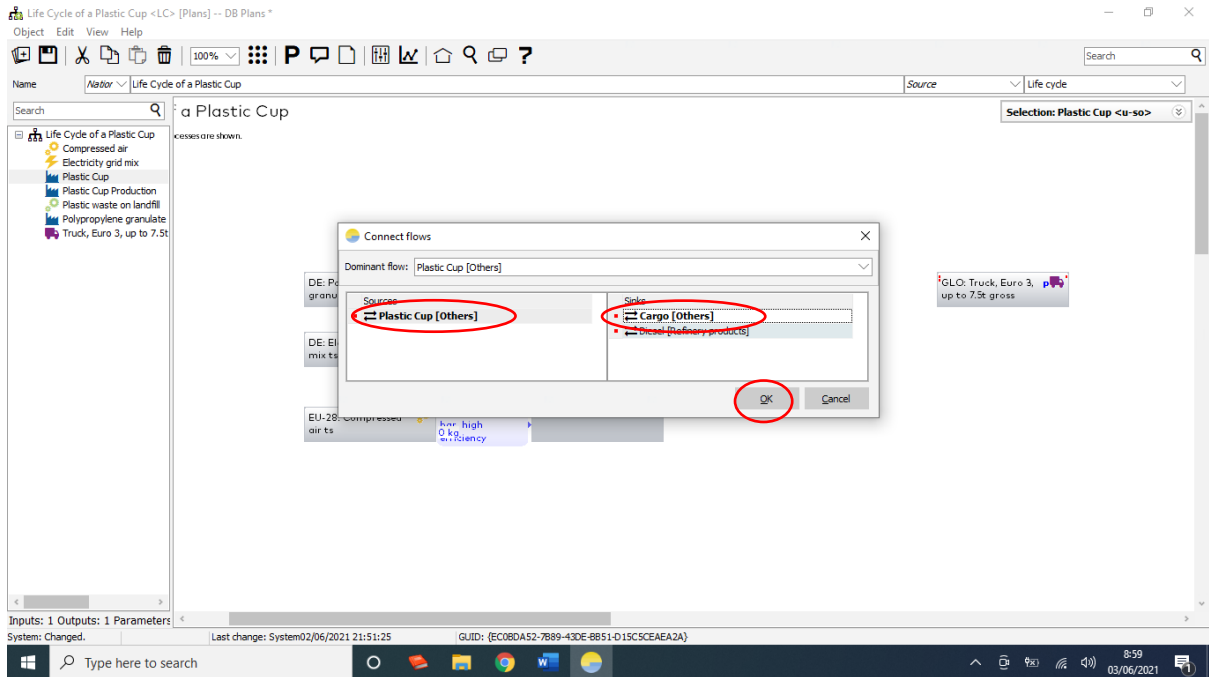
43. Langkah selanjutnya adalah menggambarkan model produk gelas plastik diangkut menggunakan truk. Diasumsikan truk yang digunakan adalah truk kecil berbahan bakar diesel. Lakukan langkah drag and drop, kemudian klik close (x).



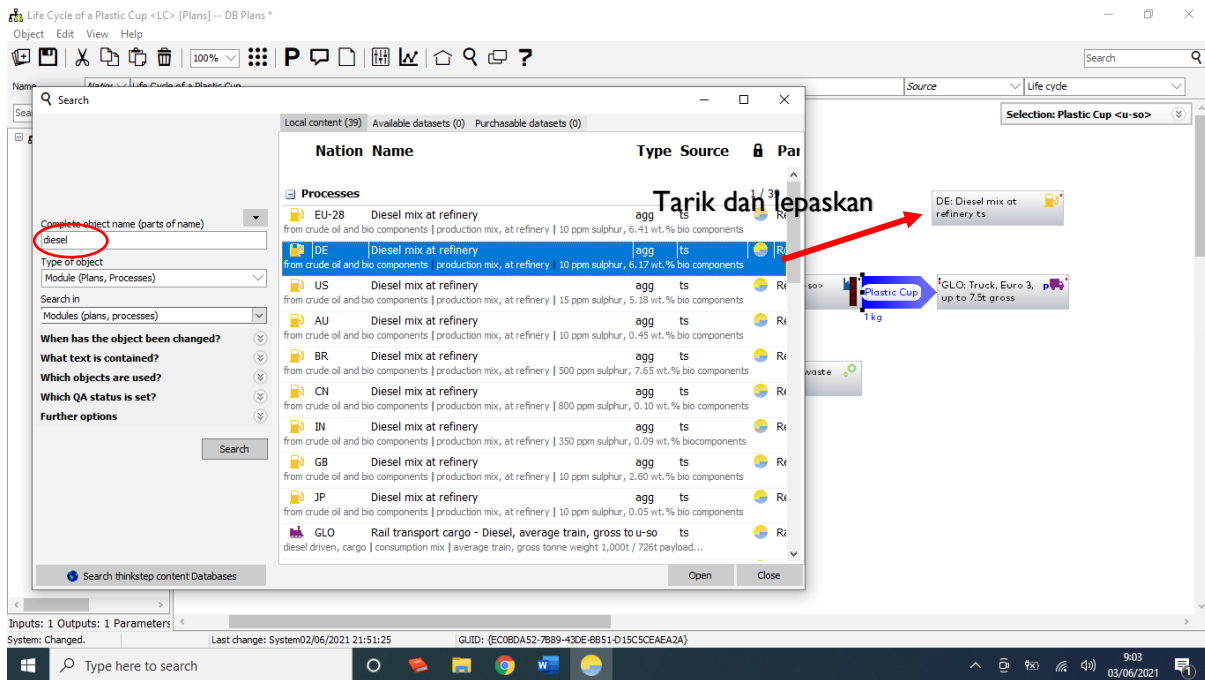
44. Pada box 'Truck' terdapat dua titik merah di sebelah kiri, artinya proses ini memerlukan dua input, yaitu produk jadi yang akan diangkut dan bahan bakar yang dibutuhkan. Klik box 'Plastic Cup' hingga muncul dua garis merah. Klik garis merah sebelah kanan dengan *left button*, kemudian tariklah ke tengah-tengah box proses 'Truck'.



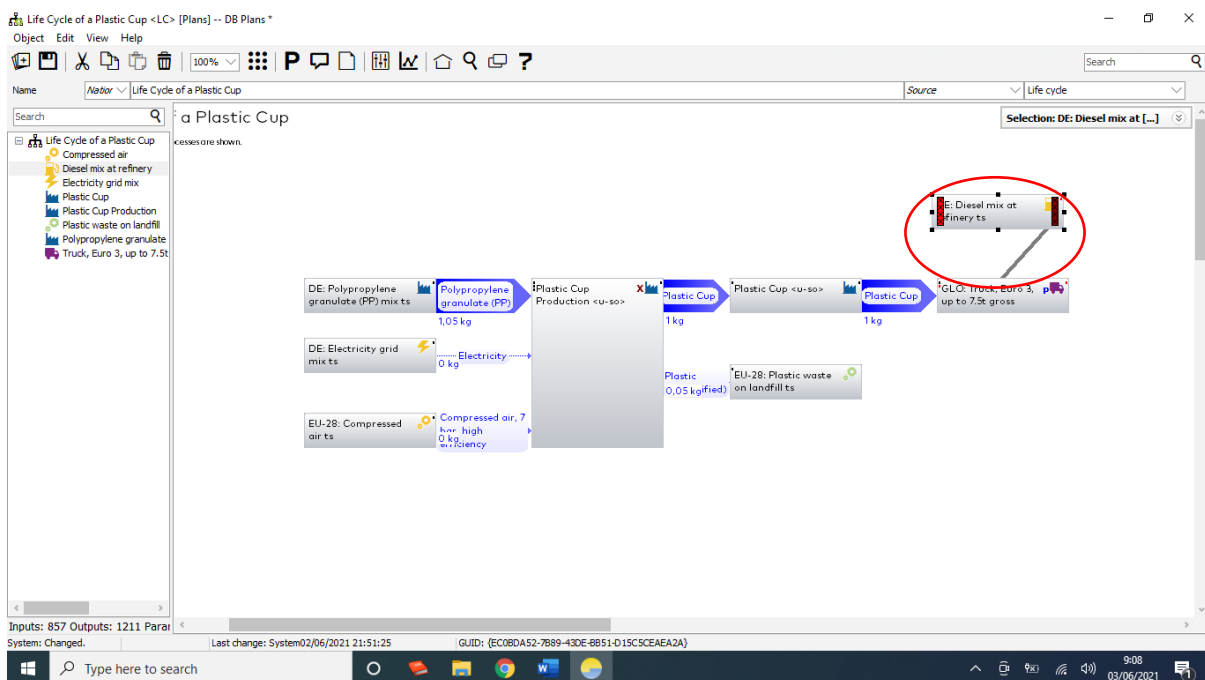
45. Jika muncul box seperti di bawah ini, maka pastikan antara *Sources* dan *Sinks* merupakan proses dan aliran yang sesuai. Jika sudah sesuai, maka klik OK. Aliran produk jadi yang akan diangkut dengan truk sudah terhubung.

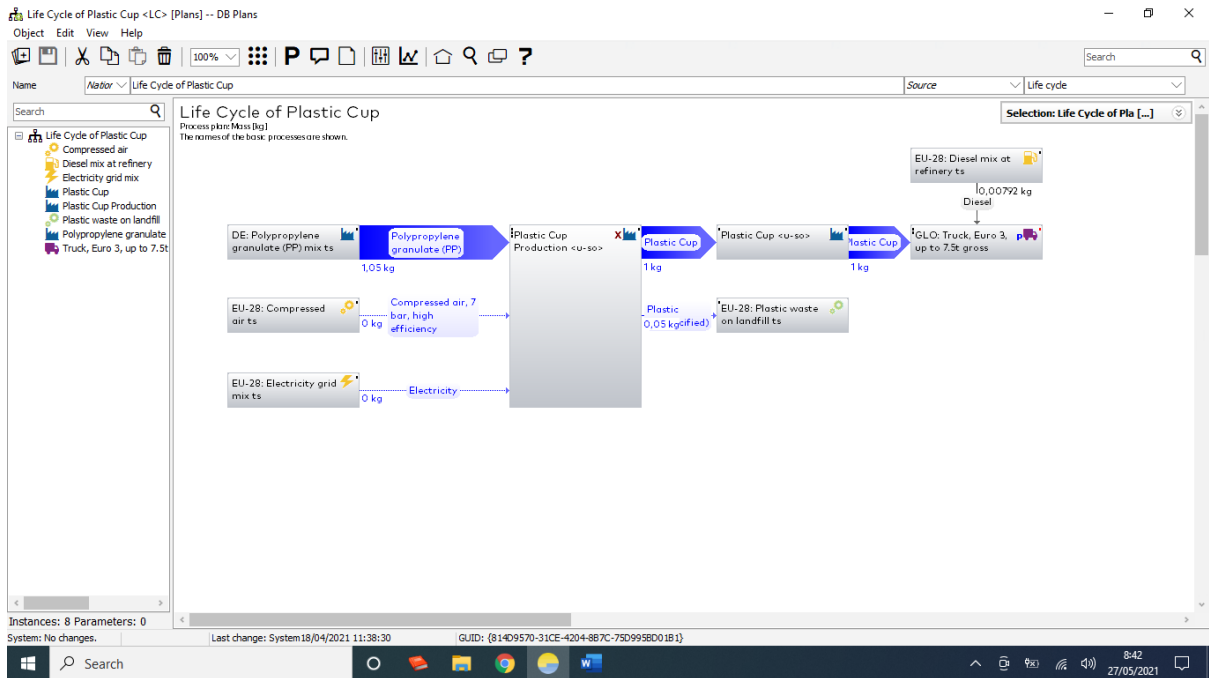


46. Truk yang mengangkut barang pasti memerlukan bahan bakar. Dalam kasus ini, bahan bakar yang dibutuhkan adalah diesel. Klik ikon 'Search', kemudian ketik 'diesel' dan tekan 'Enter'. Pilih 'Diesel mix at refinery' dengan kode DE (Jerman). Lakukan langkah *drag and drop*, kemudian klik *close* (x).

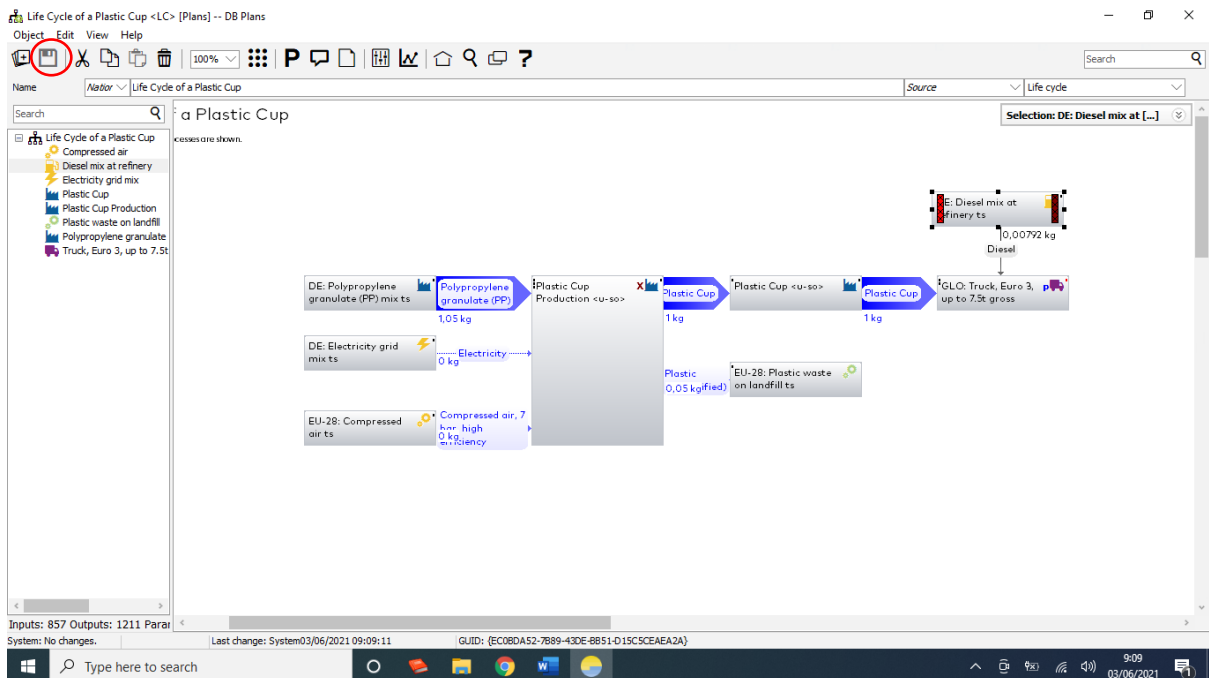


47. Hubungkan proses 'Diesel mix at refinery' dengan proses 'Truck' seperti langkah sebelumnya. Sekarang, keseluruhan model LCA sudah selesai dan dapat dihitung dampak lingkungannya.

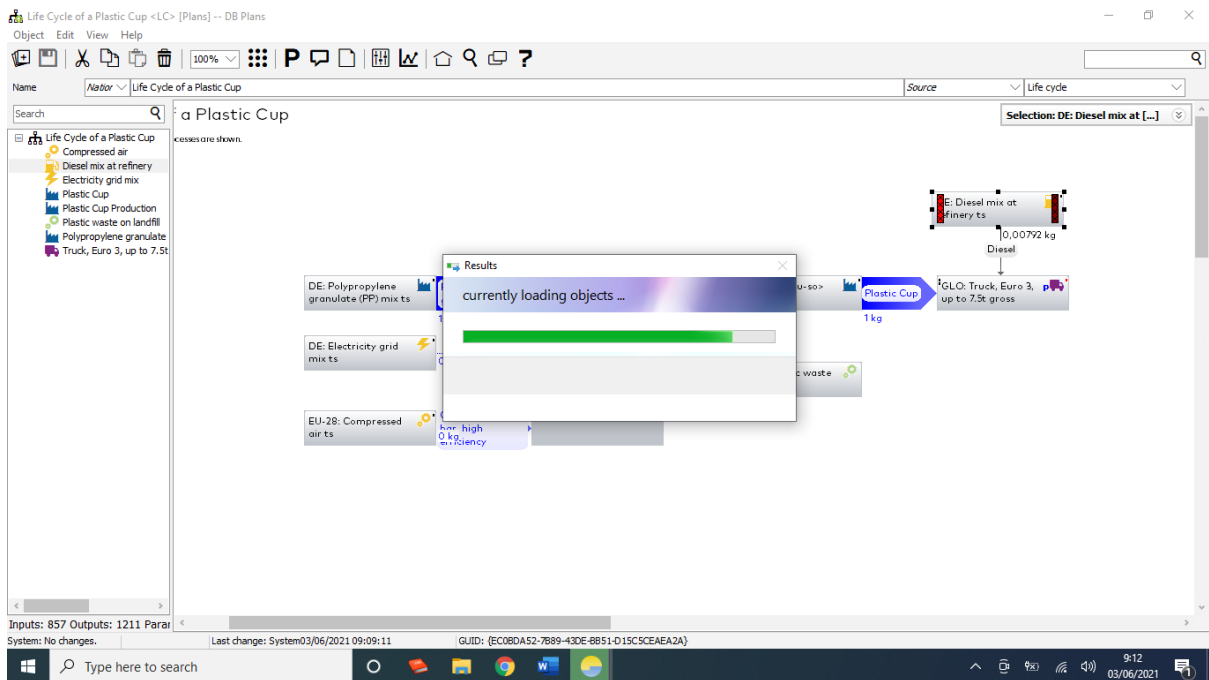
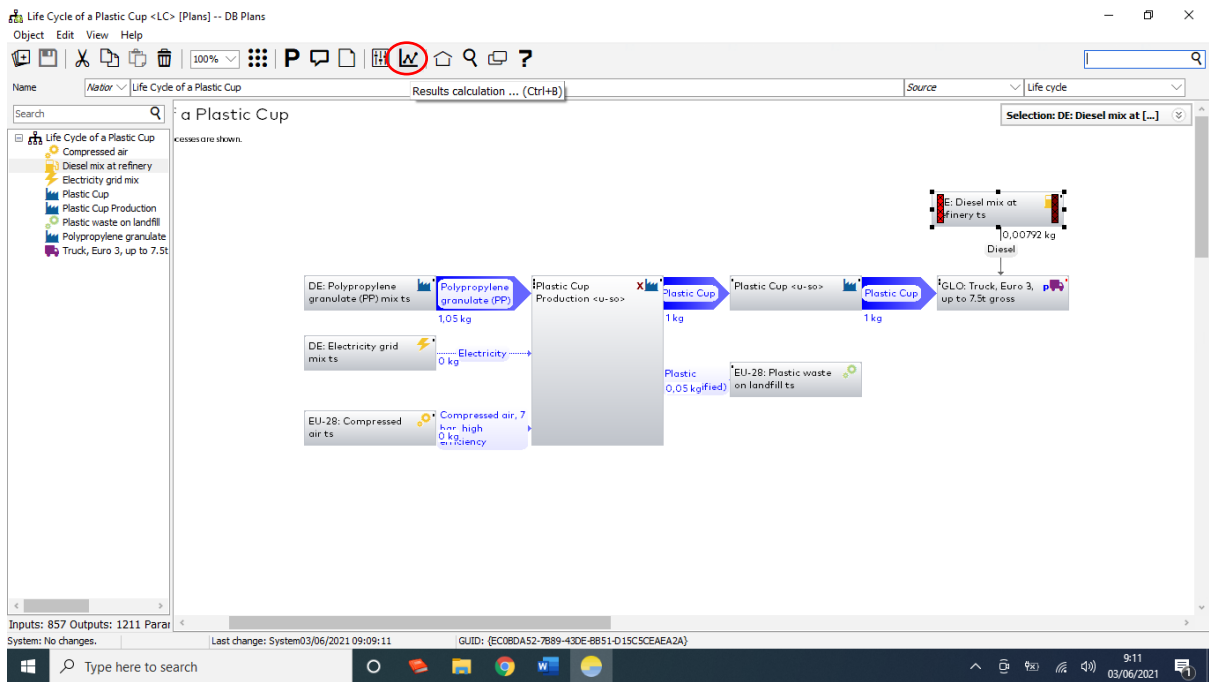




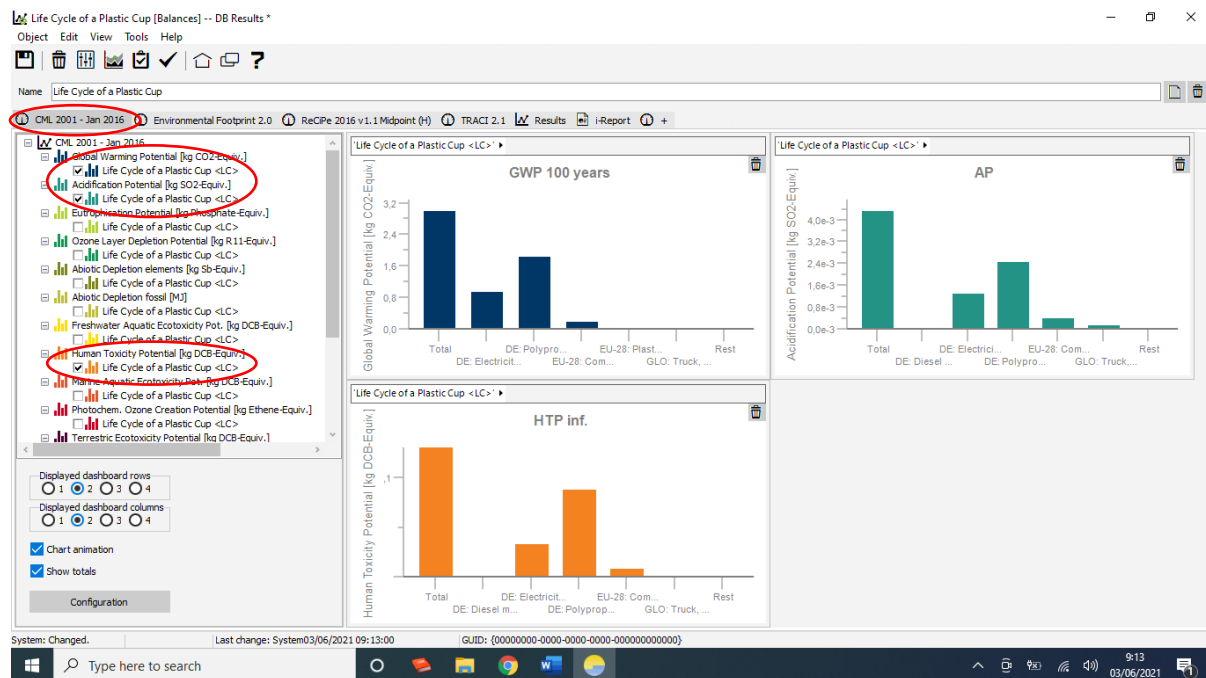
48. Klik ikon 'Save' untuk menyimpan model LCA yang sudah dibuat. Jika ingin melakukan perubahan, jangan lupa untuk selalu klik ikon 'Save' agar data tidak hilang.



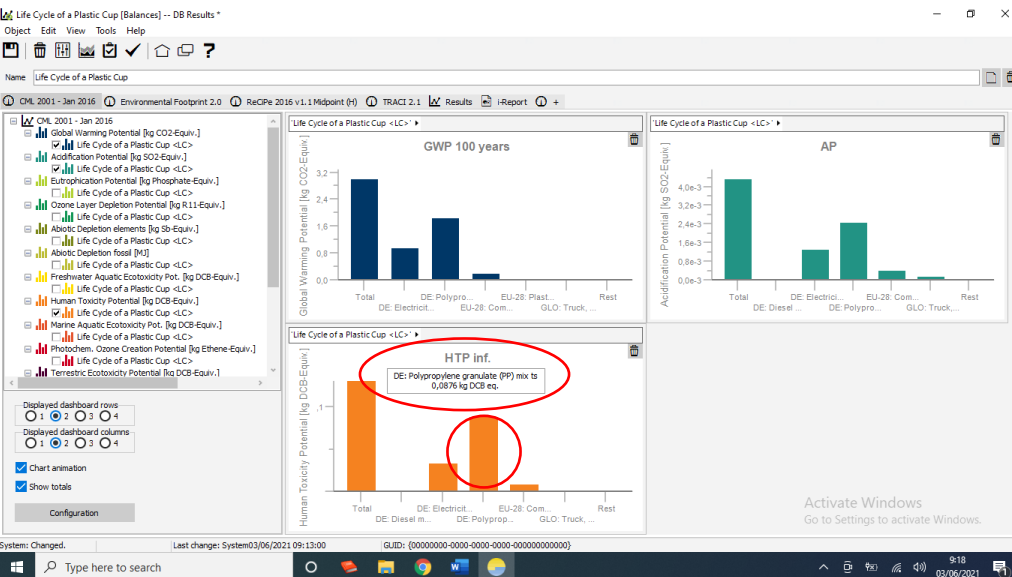
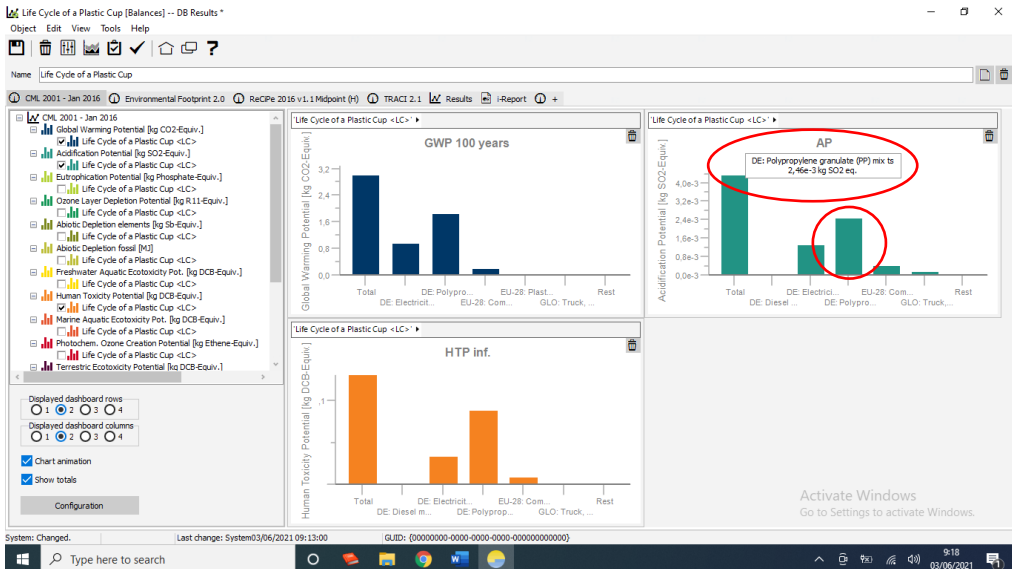
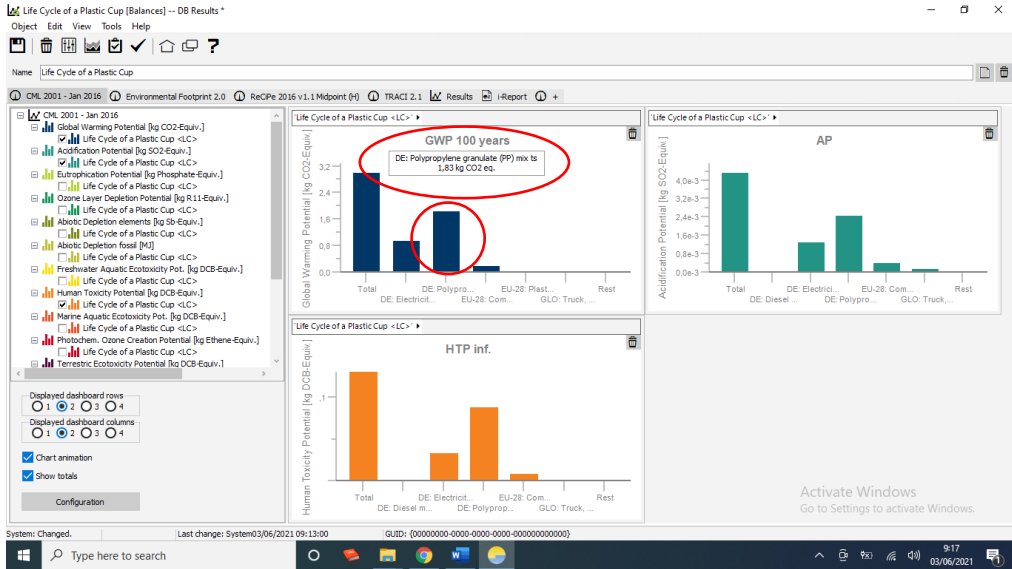
49. Klik ikon 'Result calculation' dan tungguh beberapa saat sampai perhitungan selesai.



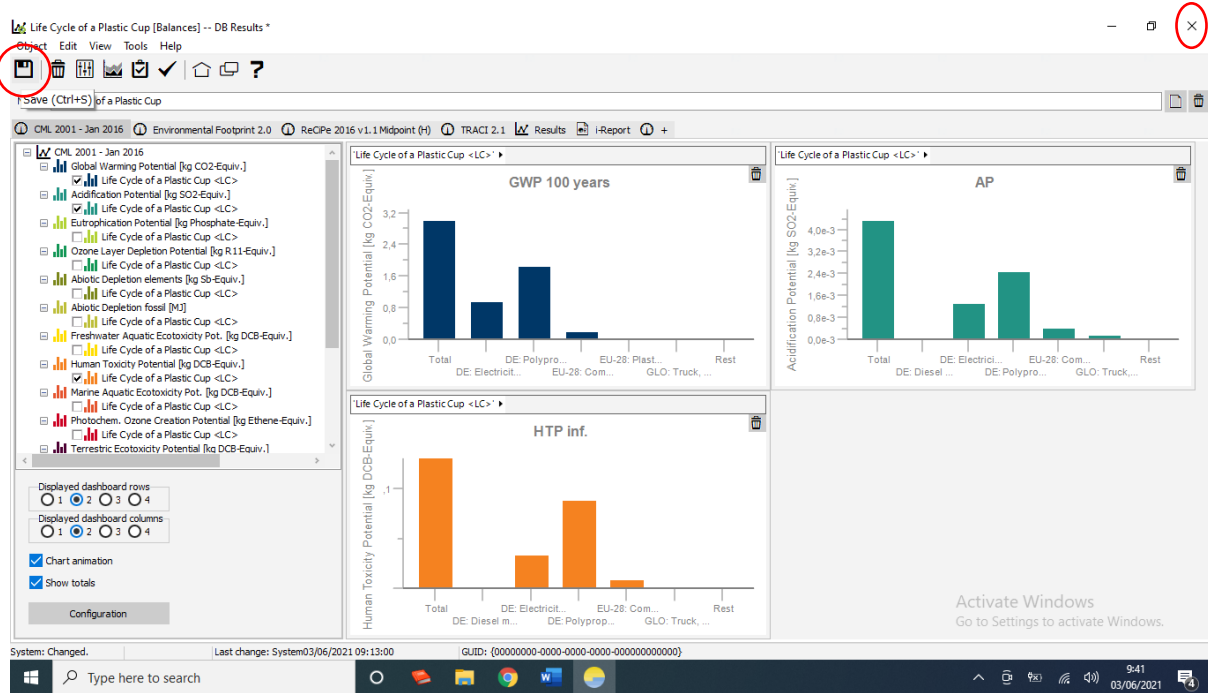
50. Hasil dari perhitungan dampak lingkungan dapat dilihat sekarang. Ada beberapa metode LCIA yang dapat digunakan, seperti CML 2001, Environmental footprint, ReCiPe 2016, dan lain sebagainya. Dalam kasus ini, kita menggunakan metode CML 2001 dengan tiga kategori saja, yaitu global warming, acidification, dan human toxicity. Centanglah hanya tiga kategori itu saja. Maka, di layar akan ditampilkan grafik dampak lingkungan dari ketiga kategori tersebut.



51. Untuk melihat dampak terbesar dari setiap kategori, arahkan kursor ke batang grafik yang tertinggi. Dapat dilihat bahwa dari ketiga kategori dampak lingkungan, dampak terbesar berasal dari penggunaan *polypropylene granulate*, kemudian dampak terbesar kedua berasal dari penggunaan energi listrik. Dengan melihat potensi dampak terbesar melalui LCA, kita dapat merancang strategi perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan dampak tersebut.



52. Klik ikon 'Save' untuk menyimpan hasil perhitungan dampak lingkungan. Klik close (x) jika ingin menutup window tersebut.



53. Untuk menutup software GaBi, klik close (x) dan pilih 'Yes' jika muncul pop-up box beberapa kali seperti di bawah ini.

