

Uji kinerja karbon aktif yang dikombinasikan dengan fotokatalis TiO₂ pada proses penyisihan fenol = Performance test of combination between activated carbon and TiO₂ photocatalyst in phenol removal

Ade Putera, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20247496&lokasi=lokal>

Abstrak

Fenol merupakan salah satu senyawa organik yang bersifat toksik dan sering ditemui dalam limbah industri. Kombinasi proses adsorpsi dan fotokatalisis dalam melakukan penyisihan senyawa organik merupakan metode yang mulai dikembangkan dan memiliki prospek baik dimasa depan. Problem utama proses adsorpsi secara umum adalah ketika adsorben telah jenuh dengan senyawa organik, maka proses adsorpsi harus dihentikan dan adsorben harus diregenerasi. Di sisi lain, proses fotokatalisis dengan semikonduktor TiO₂ telah terbukti mampu mendegradasi senyawa organik, namun daya adsorpsinya masih rendah dibandingkan dengan adsorben, sehingga laju degradasi berjalan lambat. Dengan mengkombinasi proses adsorpsi dan fotokatalisis diharapkan proses penyisihan fenol dapat berlangsung lebih efektif.

Beberapa penelitian tentang kombinasi karbon aktif dan TiO₂ dalam melakukan penyisihan senyawa organik telah dilakukan dan didapatkan hasil yang baik, namun masih dalam skala lab dan sistem batch. Dalam penelitian ini akan dicari efektifitas kinerja dari kombinasi adsorben karbon aktif dan fotokatalis TiO₂ dalam melakukan proses penyisihan fenol skala pilot secara kontinu. Serbuk fotokatalis TiO₂ Degussa P-25, H₂O, dan larutan TEOS dicampurkan untuk mendapatkan sol yang akan melapisi adsorben karbon aktif (AC). Sebelum mengalami kalsinasi pada suhu 400°C, campuran dievaporasi pada suhu 97°C. Adsorbenfotokatalis (Ti/AC) yang digunakan terdiri dari campuran TiO₂, SiO₂, dan AC yang masing-masing memiliki komposisi sebesar 4,76; 0,09; 95,15 %berat. Proses uji kinerja Ti/AC dilakukan menggunakan reaktor Tubular-V-Collector (TVC) yang dilengkapi dengan 14 buah lampu UV Phillips berdaya @ 18 watt berjenis black light lamp dengan panjang gelombang 365 nm. Parameter yang divariasikan adalah konsentrasi awal limbah, jumlah tube (jumlah Ti/AC), serta laju alir limbah fenol. Analisis perubahan konsentrasi fenol dilakukan dengan UV-VIS spectrophotometer buatan Hitachi tipe Spectro UV-VIS RS.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses penyisihan fenol menggunakan Ti/AC yang disinari UV (kombinasi proses adsorpsi-fotokatalisis) dapat melakukan penyisihan 5 ppm lebih baik dibandingkan dengan yang tidak disinari UV (adsorpsi saja). Hubungan antara umur pakai Ti/AC (UP) dengan konsentrasi awal fenol 30-50 ppm (C₀) dapat dituliskan dengan persamaan $UP = -25,5(C_0) + 1530$. Sedangkan hubungan antara waktu tinggal pada rentang 2,85-6,42 menit (t) dan % penyisihan fenol (%P) dapat dituliskan dengan persamaan $\%P = -3,3(t)^2 + 43,3(t) - 40,8$. Pada proses penyisihan fenol selama 5 jam, untuk mencapai 100% penyisihan fenol diperlukan waktu tinggal selama 5,9 menit.

Phenol, one of the hazardous organic compounds, usually found in chemical industrial wastes. The combination of adsorption and photocatalysis in removing organic compound are methods that effective and being developed. The main problem in adsorption is when adsorbent reach saturated point, the adsorption must be stopped and it should be regenerated. On the other hand, photocalalysis process with TiO₂ has been proved to remove organic compound, but the process is still slow. Therefore, by combining both adsorption and photocatalysis, the removal process of phenol is expected to be more effective.

Some experiments about the combination of activated carbon and TiO₂ in removing organic compound have been developed and give good result. However, those experiments are still in lab scale and batch system, therefore the purpose of this experiment is to find the performance of combination between activated carbon and TiO₂ to remove phenol in continuous system and pilot scale. TiO₂ Degussa P-25 powder, H₂O, and TEOS are mixed to get sol that will be coated onto activated carbon. Before calcined at 400°C, the mixtures are evaporated at 97°C. The Adsorbent-photocatalyst (Ti/AC) used in the experiment consist of TiO₂, SiO₂, and AC with composition 4.76, 0.09, 95.15 wt%. The Ti/AC performance tests are held using Tubular-V-Collector (TVC) reactor that equipped with 14 UV black light lamps, Phillips, @ 18 watt (λ_D=365 nm). The independent variables are phenol initial concentration (C₀), quantity of tubes (quantity of Ti/AC), and phenol flow rate. The phenol concentration change analysis using UV-VIS spectrophotometer Spectro UVVIS RS Hitachi.

The test results show that the removal process using Ti/AC with UV light illumination (combination of adsorption and photocatalysis) can remove 5 ppm better than without UV illumination (only adsorption). The connection between the lifetime of Ti/AC (UP) with phenol initial concentration 30-50 ppm (C₀) can be written in equation $UP = -25.5(C_0) + 1530$. Whereas, the connection between retention time (in range 2.85-6.42 minutes) (t) and % phenol removal (%P) can be written in equation $\%P = -3.3(t)^2 + 43.3(t) - 40.8$. For 5 hours phenol removal process, to reach 100% phenol removal, the retention time is 5.9 minutes.