Deskripsi

proses dan Sistem untuk daur ulang air limbah mall atau hotel menjadi air bersih

**Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini berkaitan dengan suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih. Lebih khusus, invensi ini berkaitan dengan proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih yang memenuhi standar Permenkes Nomor 416 tahun 1990 melalui suatu tahapan proses pengolahan yang sekurang-kurangnya terdiri dari satu tahap pengaliran air limbah hotel atau mall kedalam sistem pengolahan lumpur aktif, satu tahap filtrasi dengan sistem ultrafiltrasi terhadap air efluen dari sistem pengolahan lumpur aktif, satu tahap proses adsorbsi karbon aktif terhadap air permeat dari sistem ultrafiltrasi, dan satu tahap proses disinfeksi terhadap air filtrat dari sistem karbon aktif.

**Latar Belakang Invensi**

Air limbah, suatu terminologi yang bagi sebagian besar orang memberi makna negatif, antara lain pencemaran perairan, kerusakan lingkungan, dan bahkan sumber penyakit. Konotasi seperti ini sangat logis dan nyata bilamana air limbah tidak dikelola dengan baik. Perlu adanya perubahan cara pandang dari air limbah sebagai cost center menjadi valuable resources. Konsep pengolahan harus digeser dari pemenuhan baku mutu menjadi recycle atau reuse. Bahkan nilai ekonomi yang dapat dihasilkan akan jauh lebih tinggi jika air limbah dapat dimanfaatkan sebagai sarana produksi dan pendukung kelestarian lingkungan.

Hotel atau mall merupakan sektor bisnis yang operasionalnya sangat bergantung pada suplai air yang cukup dan menghasilkan banyak air limbah. Oleh karena itu, infrastruktur dan pengeloaan air dalam sektor ini perlu direncanakan dan dipersiapkan dengan baik sehingga tidak terjadi masalah seperti kualitas air minum yang buruk, krisis air bersih, buruknya sistem sanitasi, maupun degradasi fungsi lingkungan. Ditambah lagi harga air lebih dari Rp. 15.000,- per meter kubik, sangat jelas bahwa daur ulang air limbah dari kegiatan mall atau hotel dapat memberikan keuntungan finansial secara bisnis.

Sewage Treatment Plant (STP) merupakan sistem biologis aerobik yang banyak digunakan untuk pengolahan air limbah mall atau hotel. Sejumlah sistem STP telah dipatenkan, antara lain US Patent No. 8,685,235 B2 April 2014, berjudul Integrated sewage treatment plant”; US Patent No. 7,077,958 B2 Juli 2006, berjudul “Sewage treatment plant”; WIPO Patent Application WO/2010/081471 Juli 2010, berjudul “Sewage treatment plant”; European Patent Application EP2387550 A2, Nopember 2011, berjudul “Sewage treatment plant”. Semua paten tersebut menyediakan sistem dan metode untuk mengolah air limbah hanya sampai kualitas memenuhi standar baku mutu buangan, bukan untuk menghasilkan air bersih.

Peningkatan jumlah kebutuhan air dan semakin berkurangnya ketersediaan air baku, pemanfaatan air efluen dari pengolahan air limbah termasuk air efluen STP sebagai air baku, disebut “water reuse”, sangat potensial. Sistem dan proses untuk daur ulang air limbah telah banyak disediakan, antara lain : Japanese Patent JP2009195808 September 2009, berjudul “Circulating water reuse apparatus and reuse method in cooling system for open circulating system”; WIPO Patent Application WO/2014/098874 Juni 2014, berjudul “Vinasse treatment for water reuse, fertilizer, dan biogas production”. Udhayamarthandan dalam WIPO Patent Application WO/2007/013099 Pebruari 2007, berjudul “A novel system of desalination of industrial effluent or saline water to industrial grade reuse or for potable quality” mengajukan sistem untuk pengolahan air efluen sampai kualitas air minum, menggunakan proses da sistem yang terdiri dari blower, heat exchanger, atomizer, heat reaction chamber, gas expansion, arresting damper, silica gel bed, cooling tower/condenser, dan bak penampung air produk.

**Ringkasan Invensi**

Invensi ini bertujuan untuk menyediakan suatu proses dan sistem yang mengkombinasikan proses biologis dan filtrasi dengan membran ultrafiltrasi untuk produksi air bersih dari air limbah mall atau hotel.

Suatu tahapan proses pengolahan dan sistem sesuai dengan invensi ini, sekurang-kurangnya terdiri dari satu tahap pengaliran air limbah hotel atau mall kedalam sistem pengolahan biologis lumpur aktif, satu tahap filtrasi dengan sistem ultrafiltrasi terhadap air efluen dari sistem pengolahan biologis lumpur aktif, satu tahap proses adsorbsi karbon aktif terhadap air permeat dari sistem ultrafiltrasi, dan satu tahap proses disinfeksi terhadap air filtrat dari sistem karbon aktif. Dengan proses dan sistem ini dapat dihasilkan air bersih yang memenuhi standar Permenkes Nomor 416, tahun 1990.

Suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana sistem lumpur aktif berfungsi untuk mendegradasi secara biologis berbagai kontaminan yang ada dalam air limbah sampai seluruh parameter organik dan ammonia memenuhi standar baku mutu air buangan mall atau hotel.

Suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana sistem ultrafiltrasi menggunakan mode operasi ‘*outside-in’,* berfungsi untuk menyaring kontaminan partikulat, mikroorganisme, dan makromolekul.

Suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana sistem adsorbsi karbon aktif berfungsi untuk mengurangi kandungan organik dan komponen warna berat molekul rendah.

Suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana sistem disinfeksi berfungsi untuk menurunkan warna dan mematikan mikroorganisme yang terdapat dalam air filtrat karbon aktif.

**Uraian Singkat Gambar**

Untuk memberikan ilustrasi dari invensi ini, terlihat pada gambar suatu tahapan proses dan sistem pengolahan yang sederhana sehingga lebih mudah dipahami. Perlu ditekankan bahwa invensi ini tidak terbatas pada rangkaian sistem, perpipaan dan instrumentasi seperti pada gambar terlampir.

Gambar 1, adalah ilustrasi skematik diagram alir proses untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini.

Gambar 2, adalah ilustrasi skematik diagram alir proses untuk sistem biologis lumpur aktif sesuai dengan invensi ini.

Gambar 3, adalah ilustrasi skematik diagram alir proses untuk sistem ultrafiltrasi sesuai dengan invensi ini.

Gambar 4, adalah ilustrasi skematik diagram alir proses untuk sistem karbon aktif sesuai dengan invensi ini.

Gambar 5, adalah ilustrasi skematik diagram alir proses untuk sistem disinfeksi sesuai dengan invensi ini.

**Uraian Lengkap Invensi**

Invensi ini bertujuan untuk menyediakan suatu proses dan sistem yang mengkombinasikan proses biologis lumpur aktif dan filtrasi dengan membran ultrafiltrasi untuk produksi air bersih dari air limbah mall atau hotel. Lebih khusus, invensi ini berkaitan dengan proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih melalui suatu tahapan proses pengolahan yang sekurang-kurangnya terdiri dari satu tahap pengaliran air limbah hotel atau mall kedalam sistem pengolahan biologis lumpur aktif, satu tahap filtrasi dengan sistem ultrafiltrasi terhadap air efluen dari sistem pengolahan biologis lumpur aktif, satu tahap proses adsorbsi karbon aktif terhadap air permeat dari sistem ultrafiltrasi, dan satu tahap proses disinfeksi terhadap air filtrat dari sistem karbon aktif.

Merujuk pada gambar 1, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana air limbah mall atau air limbah hotel yang ditampung terlebih dahulu dalam sump pit mula-mula dialirkan menuju sistem biologis lumpur aktif (10) dengan pompa melalui saluran (2). Dalam sistem biologis lumpur aktif ini, kontaminan air limbah akan didegradasi secara biologis oleh aktivitas konsorsium mikroorganisme. Air efluen dari sistem biologis lumpur aktif selanjutnya dipompa ke sistem ultrafiltrasi(30). Ukuran pori membran ultrafiltrasi yang sedemikian kecil mampu menyaring kontaminan partikulat, mikroorganisme, dan makromolekul. Komponen-komponen yang tersaring ini dialirkan kembali kedalam sistem biologis lumpur aktif (10) melalui saluran (46). Air permeat ultrafiltrasi dialirkan lebih lanjut ke sistem karbon aktif.

Senyawa organik dan komponen warna berat molekul rendah tidak dapat dipisahkan seluruhnya oleh sistem ultrafiltrasi (30). Pemisahan Senyawa organik dan komponen warna berat molekul rendah ini disempurnakan dengan sistem karbon aktif (50). Air filtrat dari sistem karbon aktif (50) dialirkan ke sistem disinfeksi (60) melalui saluran (55). Disinfektan yang ditambahkan adalah sodium hipoklorit dalam jumlah 1-3 mg/L supaya kadar klorin residual pada produk air bersih berkisar 0,2–0,5 mg/L.

Merujuk pada gambar 2, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana air limbah mall atau air limbah hotel yang ditampung terlebih dahulu dalam sump pit mula-mula dialirkan menuju bak ekualisasi (3) dengan pompa melalui saluran (2), dimana lebih disukai menggunakan pompa tipe submersible. Bak ekualisasi (3) akan meredam terjadinya fluktuasi aliran dari sump pit dan menjadi karakteristik air limbah relatif stabil. Air limbah dialirkan melalui saluran (4) dengan pompa ekualisasi (5) ke bak anoksik (9). Besarnya aliran ke bak anoksik (9) diatur dengan katup (7) dan (8). Aliran by-pass dari keluaran pompa equalisasi (5) dikembalikan ke bak ekualisasi (3) melalui saluran (6).

Merujuk pada gambar 2, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana dalam bak anoksik (9) terjadi proses oksidasi kontaminan organik karbon oleh mikroorganisme dengan menggunakan senyawa nitrit dan nitrat sebagai sumber oksigen. Dengan demikian, dalam bak anoksik (9) juga terjadi proses denitrifikasi, yaitu proses reduksi senyawa nitrit dan nitrat menjadi gas nitrogen.

Merujuk pada gambar 2, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana air limbah dari bak anoksik (9) dialirkan ke bak aerob (12) melalui saluran (11). Dalam bak aerob (12), kontaminan organik karbon dan kontaminan ammonia teroksidasi oleh mikroorganisme dengan menggunakan udara sebagai sumber oksigen. Kontaminan organik karbon dan kontaminan ammonia dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk perkembangbiakan dan sumber energi. Hasil dari proses oksidasi ini adalah gas CO2, H2O, dan ion NO2 & ion NO3.

Merujuk pada gambar 2, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana air dan lumpur aktif dipisahkan pada bak sedimentasi (14). Aliran dari bak aerob (12) ke bak sedimentasi (14) secara gravitasi melalui saluran (13). Lumpur aktif yang terendapkan di bagian dasar bak sidentasi (14) dikembalikan ke bak ekualisasi (3) dengan pompa (18), sedangkan supernatan dialirkan ke bak efluen (16) melalui saluran (15). Dari bak efluen, air dialirkan ke sistem ultrafiltrasi (30) melalui saluran (17).

Merujuk pada gambar 3, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana proses filtrasi air efluen dalam sistem ultrafiltrasi (30) melalui beberapa tahapan. Air efluen dipompakan dengan pompa UF (21) menuju saringan pasir (23) melalui saluran inlet (22). Proses penyaringan oleh saringan pasir (23) secara down-flow. Jenis saringan pasir (23) adalah dual media filter, yaitu silica sand mesh 18–30 yang disangga dengan gravel. Saringan pasir (23) perlu dibackwash 1 kali sehari untuk mengeluarkan partikel-partikel yang tersaring.

Merujuk pada gambar 3, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana air produk saringan pasir dialirkan ke prefilter (25) melalui saluran (24) dan selanjutnya masuk ke membran UF (27) melalui saluran (26). Prefilter (25) dapat berupa bag filter atau cartridge filter atau screen filter berukuran kurang dari 100 micron. Dengan ukuran pori 40-120 kD atau 0,01-0,03 mikron, berbagai kontaminan partikulat, makromolekul berat molekul tinggi, dan kontaminan mikroorganisme seperti bakteri, virus, protozoa, dan lain-lain akan tersaring. Air yang sudah disaring dengan membran UF (27), yang disebut permeat UF, dialirkan melalui saluran permeat UF (28). Pada kondisi operasi filtrasi, katup (29) dan katup (46) dalam kondisi terbuka. Permeat UF mengalir lebih lanjut ke sistem karbon aktif melalui saluran (31) dan sebagian dialirkan ke tangki backwash (33).

Merujuk pada gambar 3, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana berbagai kontaminan partikulat, makromolekul berat molekul tinggi, dan kontaminan mikroorganisme terakumulasi di permukaan membran UF (27) selama proses filtrasi, yang disebut foulan. Untuk menghilangkan foulan dari membran UF (27), sistem ultrafiltrasi dilengkapi dengan fasilitas backwash yang terdiri dari tangki backwash (33), pompa backwash (34), saluran udara scouring (44), dan katup udara (45). Proses filtrasi dan backwash berlangsung secara bergantian dimana durasi filtrasi selama 30–40 menit dan durasi backwash selama 90–120 detik.

Merujuk pada gambar 3, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana proses backwash dimulai dengan tahap udara scouring selama 30–60 detik. Pada tahap ini, katup (29), katup (37), katup (38) dan katup (46) tertutup, sedangkan katup (42) dan katup (45) terbuka. Tahap selanjutnya adalah backwash dan udara scouring bersamaan selama 20–30 detik. Pada tahap ini, katup (29), katup (38) dan katup (46) tertutup, sedangkan katup (37), katup (42) dan katup (45) terbuka. Permeat UF dialirkan dengan pompa backwash (34) melalui cartridge filter (35) dan saluran (36). Tahap ketiga adalah bottom backwash selama 20–30 detik, dimana permeat UF dialirkan dengan pompa backwash (34), tetapi udara scouring berhenti. Pada tahap ketiga ini, katup (29), katup (42), katup (45) dan katup (46) tertutup, sedangkan katup (37) dan katup (38) terbuka. Tahap keempat adalah foward flushing selama 10–20 detik, dimana katup (29), katup (37), katup (38) dan katup (45) tertutup, sedangkan katup (42) dan katup (46) terbuka. Pada tahap keempat ini, pompa UF (21) beroperasi untuk proses foward flushing.

Merujuk pada gambar 4, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana sistem karbon aktif (50) sekurang-kurangnya terdiri dari satu unit tangki permeat UF (51), satu pompa karbon aktif (52), satu kolom karbon aktif (54), saluran inlet (53), dan saluran outlet (55). Media karbon aktif pada kolom karbon aktif (54) adalah tipe granular.

Merujuk pada gambar 4, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana air pemeat UF yang ditampung sementara dalam tangki permeat UF (51) dialirkan ke kolom karbon aktif (54) dengan pompa karbon aktif (52) melalui saluran (53). Karbon aktif berfungsi untuk mengurangi kandungan organik dan warna berat molekul rendah. Ketika media karbon aktif ini jenuh, maka dilakukan penggantian dengan media karbon aktif yang baru. Waktu kontak antara air permeat UF dengan media karbon aktif selama 5–15 menit.

Merujuk pada gambar 5, suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih sesuai dengan invensi ini, dimana sistem disinfeksi (60) sekurang-kurangnya terdiri dari satu bak disinfeksi (62), pompa air bersih (63), satu unit injeksi larutan sodium hipoklorit, dan saluran air bersih (65). Bak disinfeksi (62) dilengkapi dengan bagian untuk pencampuran hidrolik. Waktu kontak antara air filtrat dengan sodium hipoklorit minimal selama 30 menit.

**Klaim**

1. Proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih melalui suatu tahapan proses yang terdiri dari
2. mengalirkan air limbah hotel atau air limbah mall ke sistem biologis lumpur aktif (10);
3. memberikan waktu yang cukup bagi air limbah hotel atau air limbah mall berada dalam sistem biologis lumpur aktif (10) sehingga kontaminan-kontaminan air limbah tersebut terdegradasi maksimal secara biologis;
4. mengalirkan air efluen dari sistem biologis lumpur aktif (10) menuju sistem ultrafiltrasi(30);
5. mengalirkan air yang telah disaring dengan sistem ultrafiltrasi (30), yang disebut air permeat UF, ke sistem karbon aktif (50);
6. mengalirkan air yang telah diproses dengan sistem karbon aktif (50), yang disebut dengan air filtrat, ke sistem disinfeksi (60);
7. memberikan waktu yang cukup bagi disinfektan untuk mematikan kontaminan mikroorganisme seperti bakteri, virus, protozoa, dan lain-lain, mendestruksi kontaminan organik, mengoksidasi ion-ion logam terutama ion besi dan ion mangan; dan memecah ikatan senyawa warna;
8. mengalirkan air yang disebut air bersih keluar dari sistem disinfeksi (60).
9. Proses dan sistem menurut klaim 1, yang dimaksud dengan sistem biologis lumpur aktif sekurang-kurangnya terdiri dari
10. satu bak ekualisasi;
11. satu pompa ekualisasi;
12. satu bak anoksik;
13. satu bak aerob;
14. satu bak sedimentasi;
15. satu pompa lumpur;
16. satu bak efluen.
17. Proses dan sistem menurut klaim 1, yang dimaksud dengan sistem ultrafiltrasi sekurang-kurangnya terdiri dari
18. satu pompa UF;
19. satu sand filter;
20. satu prefilter;
21. satu membran UF;
22. satu tangki backwash;
23. satu pompa backwash;
24. satu cartridge backwash;
25. enam valve automatik;
26. dua valve manual;
27. satu set kontrol panel;
28. perpipaan.
29. Sistem ultrafiltrasi menurut klaim 4, yang dimaksud dengan membran UF memiliki ukuran pori berkisar antara 40–120 kDa.
30. Proses dan sistem menurut klaim 1, yang dimaksud dengan sistem karbon aktif sekurang-kurangnya terdiri dari
31. satu unit tangki permeat UF (51) ;
32. satu pompa karbon aktif (52) ;
33. satu kolom karbon aktif (54) ;
34. perpipaan.
35. Proses dan sistem menurut klaim 5, yang dimaksud dengan kolom karbon aktif adalah tipe granular.
36. Proses dan sistem menurut klaim 1, yang dimaksud dengan sistem disinfeksi sekurang-kurangnya terdiri dari
37. satu unit dosing hipoklorit;
38. satu tangki disinfeksi;
39. satu pompa transfer;
40. satu set kontrol panel;
41. perpipaan.
42. Sistem disinfeksi menurut klaim 7, yang dimaksud dengan tangki disinfeksi dapat menyediakan waktu kontak antara 10–20 menit.

Abstrak

proses dan Sistem untuk daur ulang air limbah mall ATAU hotel menjadi air bersih

Invensi ini berkaitan dengan suatu proses dan sistem untuk pengolahan air limbah hotel atau mall menjadi air bersih, melalui suatu tahapan proses pengolahan yang sekurang-kurangnya terdiri dari satu tahap pengaliran air limbah hotel atau mall kedalam sistem pengolahan biologis lumpur aktif, satu tahap filtrasi dengan sistem ultrafiltrasi terhadap air efluen dari sistem pengolahan biologis lumpur aktif, satu tahap adsorpsi karbon aktif terhadap air permeat ultrafiltasi, dan satu tahap proses disinfeksi terhadap air filtrat dari sistem karbon aktif. Sistem pengolahan biologis lumpur aktif berfungsi untuk mendegradasi secara biologis berbagai kontaminan yang ada dalam air limbah sampai seluruh parameter organik memenuhi standar baku air buangan. Lebih lanjut, sistem ultrafiltrasi menggunakan mode operasi ‘*outside-in’* berfungsi untuk menyaring kontaminan partikulat dan makromolekul. Sistem adsorbsi karbon aktif berfungsi untuk mengurangi kandungan organik dan warna. Sistem disinfeksi berfungsi untuk menurunkan warna dan mematikan mikroorganisme yang terdapat dalam air filtrat karbon aktif. Dengan proses dan sistem ini dapat dihasilkan air bersih yang memenuhi standar Permenkes No. 416, tahun 1990.



**Gb. 1**



**Gb. 2**



**Gb 3**



**Gb 4**



**Gb 5**