

PERANCANGAN PENYEDIAAN AIR BERSIH DENGAN SISTEM TANGKI ATAS DI INDUSTRI TAHU BERBASIS *CLEANER PRODUCTION*: IKM TAHU HAPID SUBANG, JAWA BARAT

¹Andi Taufan

¹LIPI - Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna,
Jl. Aipda K. S. Tubun No. 5 Subang 41213

e-mail: ¹andtaufan@gmail.com

Abstrak. *Penyediaan air di UKM Tahu Hapid disediakan langsung dari sumur dengan menggunakan pompa yang bekerja selama 8 jam/hari. Dalam satu hari proses pemasakan tahu sebanyak 24 batch dengan kebutuhan air sebesar 0,21 m³/batch sehingga total kebutuhan air dalam sehari sebesar 4,98 m³/hari. Total energi listrik yang digunakan untuk menggerakkan pompa mencapai 0,81 kWh. Dalam penerapan cleaner production untuk industri tahu salah satunya berfokus pada efisiensi energi. Oleh karena itu, dilakukan perancangan sistem penyediaan air bersih dengan menggunakan sistem tangki air atas. Perancangan dilakukan dengan pendekatan sistem plambing mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) melalui tahap survey lapangan, identifikasi masalah, perhitungan kebutuhan air, dan perancangan instalasi. Hasil rancangan berupa sistem penyediaan air dengan menggunakan tangki atas. Perhitungan menunjukkan kapasitas tangki air atas untuk mencukupi kebutuhan air proses pembuatan tahu dan kebutuhan pekerja dalam satu hari adalah 630 liter. Dengan menggunakan tangki sesuai kapasitas efektif, maka pompa akan bekerja sebanyak 8 kali untuk mencukupi kebutuhan air per hari dengan kebutuhan daya listrik 0,25 kWh. Kemudian kapasitas tangki disesuaikan sebesar 1000 liter, sehingga didapatkan kebutuhan daya listrik per hari sebesar 0,16 kWh di mana pompa bekerja sebanyak 5 kali.*

Kata kunci: sistem air bersih, tangki air atas, *cleaner production* industri tahu, kebutuhan daya listrik.

1. Pendahuluan

Usaha Kecil dan Menengah (UKM) merupakan salah satu kelompok usaha yang berperan penting dalam perekonomian nasional terlebih pada saat terjadi krisis ekonomi 1998. Meskipun usaha dalam skala yang relatif kecil, namun jumlahnya cukup banyak dan tersebar di seluruh wilayah nusantara baik di perkotaan maupun di perdesaan. Data Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah pada tahun 2010, jumlah UMKM sebesar 53.823.732 unit usaha meningkat 2.01% dari tahun sebelumnya. Begitu juga dengan jumlah tenaga kerja sebesar 99.401.775 meningkat 3.32% dari tahun 2009.[1]

Kabupaten Subang merupakan wilayah yang memiliki potensi cukup baik dalam pengembangan UKM. Selain dukungan sumberdaya alam dalam hal ini keberadaan bahan baku, didukung juga dengan ketersediaan tenaga kerja yang cukup banyak yaitu sebesar 140.693[2] dan pasar yang cukup ramai.

Tahu merupakan salah satu olahan pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Menurut data dari Deperindag Subang, jumlah industri kecil tahu di Subang sebanyak 160 industri kecil sedangkan daerah Sumedang yang dikenal sebagai sentra

industri tahu mencapai hampir 500 industri kecil. Kapasitas produksi rata-rata pada tingkat UKM antara 50–100 kg kedelai per hari.[3]

Peningkatan efisiensi pada setiap tahapan proses akan mengoptimalkan sumber daya atau setiap komponen produksi, menghasilkan mutu produk yang baik serta dampak lingkungan yang positif. Salah satu konsep yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku, bahan penunjang dan energi di seluruh tahapan produksi dan minimalisasi limbah adalah *cleaner production concept* (konsep produksi bersih).

Cleaner production merupakan suatu strategi yang dikembangkan untuk mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan industri dengan pendekatan "win-win solution" dimana pihak industri memperoleh peningkatan efisiensi di setiap aspek produksi seiring dengan berkurangnya dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan industri.[4][5]

Air merupakan salah satu komponen utama dalam proses pembuatan tahu. Beberapa penelitian sebelumnya oleh Suprati mengungkapkan jumlah pemakaian air dalam proses pembuatan tahu cukup besar, yaitu minimal sepuluh kali jumlah bahan baku kedelai.[6] Akibatnya dibutuhkan energi yang besar untuk mendistribusikan air dalam seluruh tahapan produksi tahu.

Salah satu fokus penerapan *cleaner production* untuk industri tahu adalah efisiensi energi. Terkait dengan penggunaan air dan energi yang dibutuhkan untuk memperoleh air, maka dilakukan perancangan sistem penyediaan air bersih dengan menggunakan sistem tangki air atas. Dengan menggunakan prinsip ini pompa tidak akan bekerja secara terus menerus selama proses produksi, sehingga didapatkan jumlah energi penggerak pompa yang lebih kecil. Perancangan dilakukan dengan pendekatan sistem plambing mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) melalui tahap survey lapangan, identifikasi masalah, perhitungan kebutuhan air, dan perancangan instalasi.

2. Metodologi

Pada kegiatan ini dilakukan perbaikan sistem penyediaan air bersih untuk UKM tahu Hapid di mana akan diterapkan sistem penyediaan air bersih dengan menggunakan tangki air atas. Tahapan yang dilakukan mengacu pada prosedur perancangan instalasi plambing oleh SNI [7][8] dan Noerbambang[9] dimana diambil beberapa poin penting meliputi survey lapangan, identifikasi masalah, perhitungan kebutuhan air, dan perancangan instalasi.

Survey lapangan dilakukan untuk mengukur denah pabrik sebelum direnovasi dan telah dilakukan pada tanggal 8 Mei 2012. Pengukuran yang dilakukan adalah denah pabrik tahu, denah instalasi air bersih, kapasitas pompa, dan kebutuhan air proses. Pengukuran kapasitas pompa aktual dilakukan untuk menghitung beban listrik yang digunakan selama proses. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$P_w = 0,163\gamma \times Q \times H \quad \dots (1)$$

Dimana P_w adalah daya air (kW), γ adalah massa air per satuan volume (kgf/l), Q adalah kapasitas (m^3/min), dan H adalah head (m)

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya di dalam pompa.[10] Daya ini dapat dihitung dengan persamaan:

$$P = P_w / \eta_p \quad \dots (2)$$

Dimana P adalah daya poros pompa (kW), dan η_p adalah efisiensi pompa. Daya nominal motor penggerak pompa dihitung dengan persamaan:

$$P_m = P (1+\alpha) / \eta_t \quad \dots (3)$$

Dengan P adalah daya motor (kW), α adalah faktor cadangan, dan η_t adalah efisiensi transmisi.

Pengukuran dimensi layout terpasang pabrik tahu dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual pabrik tahu Hapid. Data ini nantinya akan digunakan untuk memperhitungkan kebutuhan ruang untuk denah pabrik tahu yang akan dibuat.

Perhitungan kebutuhan air dilakukan untuk merancang sistem tangki air atas untuk mengatasi kebutuhan puncak selama proses pembuatan tahu. Perhitungan kapasitas air tangki air atas berdasarkan standar SNI berdasarkan fluktuasi pemakaian air perhari. Pada sistem ini akan direncanakan kebutuhan air untuk proses pembuatan tahu berdasarkan data yang telah diambil ditambah dengan perhitungan kebutuhan orang pada pabrik dalam sehari atau jumlah pemakain serentak dari pemakaian unit alat plambing sesuai dengan SNI 03-7065-2005 Tata cara perencanaan sistem plambing[7] dan SNI 03-6481-2000 Sistem plambing.[8]

Pemakaian air rata-rata dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q_h = Q_d/t \quad \dots (4)$$

Dimana Q_h adalah pemakaian air rata-rata (m^3/jam), Q_d adalah pemakaian air rata-rata setiap hari (m^3), dan t adalah waktu pemakaian (jam)

Menurut Noerbambang, pada waktu-waktu tertentu pemakaian air akan melebihi pemakaian air rata-rata di mana yang tertinggi dinamakan pemakaian air jam puncak.[9] Kebutuhan air jam puncak dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Q_{h-max} = (c_1) (Q_h) \quad \dots (5)$$

Dimana Q_{h-max} adalah kebutuhan air jam puncak (m^3/jam), c_1 adalah konstanta 1,5-2,0.

Penentuan kapasitas efektif tangki air atas dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$V_E = (Q_p - Q_{h-max}) t_p + Q_{pu} \times t_{pu} \quad \dots (6)$$

Dimana V_E adalah kapasitas efektif tangki atas (liter), Q_p adalah kebutuhan puncak (liter/menit), Q_{pu} adalah kapasitas pompa (liter/menit), t_p adalah jangka waktu kebutuhan puncak (menit), dan t_{pu} adalah jangka waktu kerja pompa pengisi (menit).

Perancangan instalasi meliputi diagram sistem dan denah pipa sistem penyediaan air bersih sesuai dengan layout baru yang akan diterapkan di UKM tahu Hapid.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran yang dilakukan selama proses pembuatan tahu mendapatkan hasil berupa jumlah pemakaian air setiap batch dari proses perendaman hingga proses pemerasan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Kebutuhan air per batch proses pembuatan tahu UKM tahu Hapid

| Proses | Kebutuhan air (m ³) |
|--------------|---------------------------------|
| Perendaman | 0,015 |
| Penggilingan | 0,011 |
| Pemasakan | 0,058 |
| Pemerasan | 0,074 |

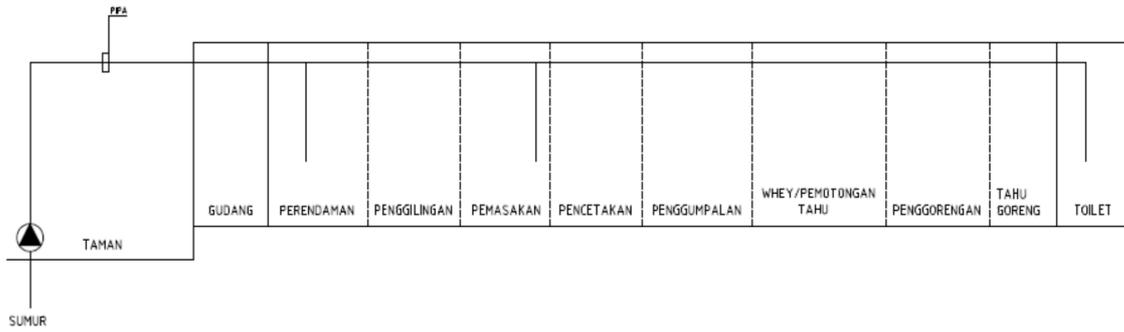
Dari tabel 1 didapatkan total kebutuhan air untuk proses pembuatan tahu sebesar 0,21 m³/batch. Dalam sehari UKM Hapid melakukan proses sebanyak 24 batch, sehingga diperoleh kebutuhan air proses dalam satu hari (8 jam) sebesar 4,98 m³/hari.

Sistem air bersih yang digunakan pada pabrik tahu Hapid menggunakan pompa untuk mengalirkan air dari sumur dangkal (4,9 m dari bangunan pabrik) secara langsung ke beberapa bak penampungan air. Kondisi ini menyebabkan pompa terus bekerja selama proses berlangsung karena air terus mengisi bak penampung. Spesifikasi pompa yang digunakan sebagai berikut:

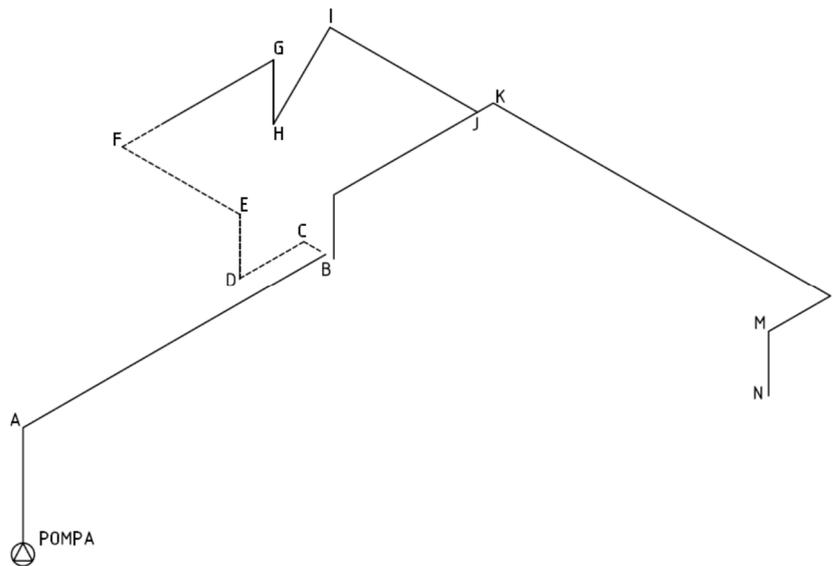
| | |
|------------|--|
| Merk | : Panasonic GP-129JX |
| Kapasitas | : 30 liter/menit (maks.) atau 16 liter/menit (head 12 m) |
| Total Head | : 30 m |
| Daya | : 125 watt |

Laju aktual yang keluar pada pipa setelah dilakukan pengukuran pada bak penampungan dengan menggunakan gelas ukur 1000 ml didapatkan laju aliran aktual sebesar 1 liter setiap 7 detik atau 8,57 liter/menit. Dari persamaan (1), daya air dengan asumsi head 30 m adalah 0,04 kW. Daya poros dengan efisiensi 0,5 yang didapatkan dari persamaan (2) yaitu 0,08 kW. Daya nominal motor penggerak pompa dihitung dengan persamaan (3) dimana α untuk motor induksi 0,1-0,2 (digunakan 0,2) dan efisiensi transmisi diasumsikan sebesar 1, sehingga diperoleh daya sebesar 0,1 kW. Apabila waktu proses pembuatan tahu selama 8 jam/hari, maka kebutuhan energi listrik pompa sebesar 0,81 kWh.

Gambaran sederhana dari sistem air bersih yang terpasang di pabrik tahu ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Pipa air melintang dan menggantung dari taman menuju ke bangunan pabrik. Pada setiap bak penampungan untuk proses tahu (titik B adalah bak pemasakan dan titik H adalah bak perendaman) tidak menggunakan fitur air/unit alat plambing dimana untuk menghentikan aliran dilakukan dengan menutup pipa dengan penutup. Pada bagian penggilingan, air ditampung dengan menggunakan ember dengan pelampung untuk mengetahui ketinggian air. Air dialirkan dengan selang menuju ke hopper mesin penggiling.



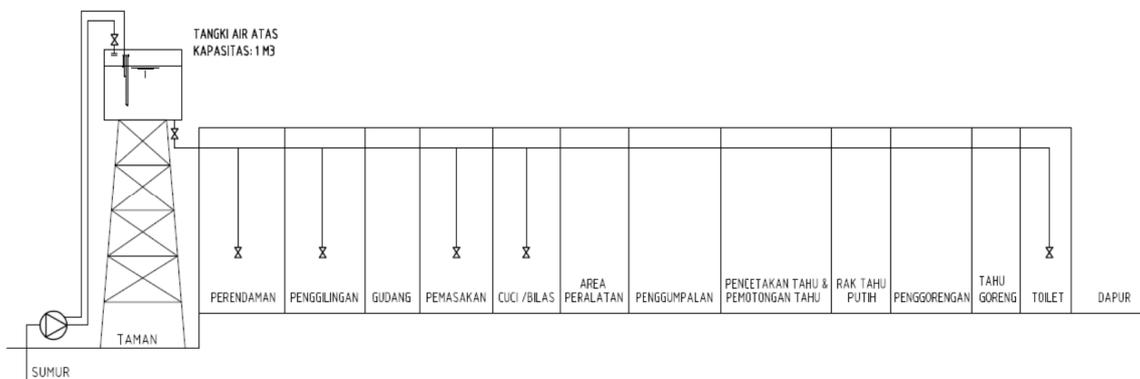
Gambar 1. Diagram sistem air bersih



Gambar 2. Isometrik sistem pemipaan air bersih

Pengisian bak di titik H dilakukan dengan dua cara. Pertama, ujung pipa di B disambungkan dengan menggunakan selang (B – F) dan sambungan H – I dilepaskan. Kedua, pada posisi selang tidak terpasang, H – I dilepaskan dan memanfaatkan kapilaritas dari ujung pipa yang tercelup di bak penampungan B (B - J - I – H).

Setelah dilakukan perencanaan ulang tata letak untuk proses pembuatan tahu, maka direncanakan perbaikan instalasi air bersih menggunakan sistem tangki air atas dengan memperhitungkan kebutuhan air pada jam puncak seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram sistem instalasi air bersih layout baru

Tangki air atas dimaksudkan untuk menampung kebutuhan air yang secukupnya, sehingga dapat mengatasi kebutuhan pemakaian air bersih pada saat puncak. Berdasarkan SNI 03-7065-2005, tangki air atas adalah penampung air minum yang diletakkan di atas atap atau elevasinya lebih tinggi dari gedung yang dilayani.[7] Ketinggian tangki air atas yang direncanakan berdasar pada kecukupan tekanan statik tertinggi alat plambing yang digunakan dalam instalasi. Menurut Muscroft, tekanan saluran air merupakan hal yang penting dimana disesuaikan dengan kebutuhan tekanan air minimum peralatan agar peralatan tersebut dapat bekerja secara efektif.[11] Tekanan statik yang dibutuhkan oleh kran biasa sebesar 0,3 bar.[7] Dengan perhitungan bahwa setiap kenaikan elevasi sebesar 10 m akan menghasilkan tekanan sebesar 1 bar, maka ketinggian tangki air atas adalah 3 m di atas kran air yang terpasang.

Kapasitas efektif tangki air atas dihitung menggunakan persamaan (4), (5), dan (6) dimana $Q_p = Q_{h-max}$, dan Q_{pu} sama dengan kapasitas maksimum pompa yang telah ada. Data yang didapatkan dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

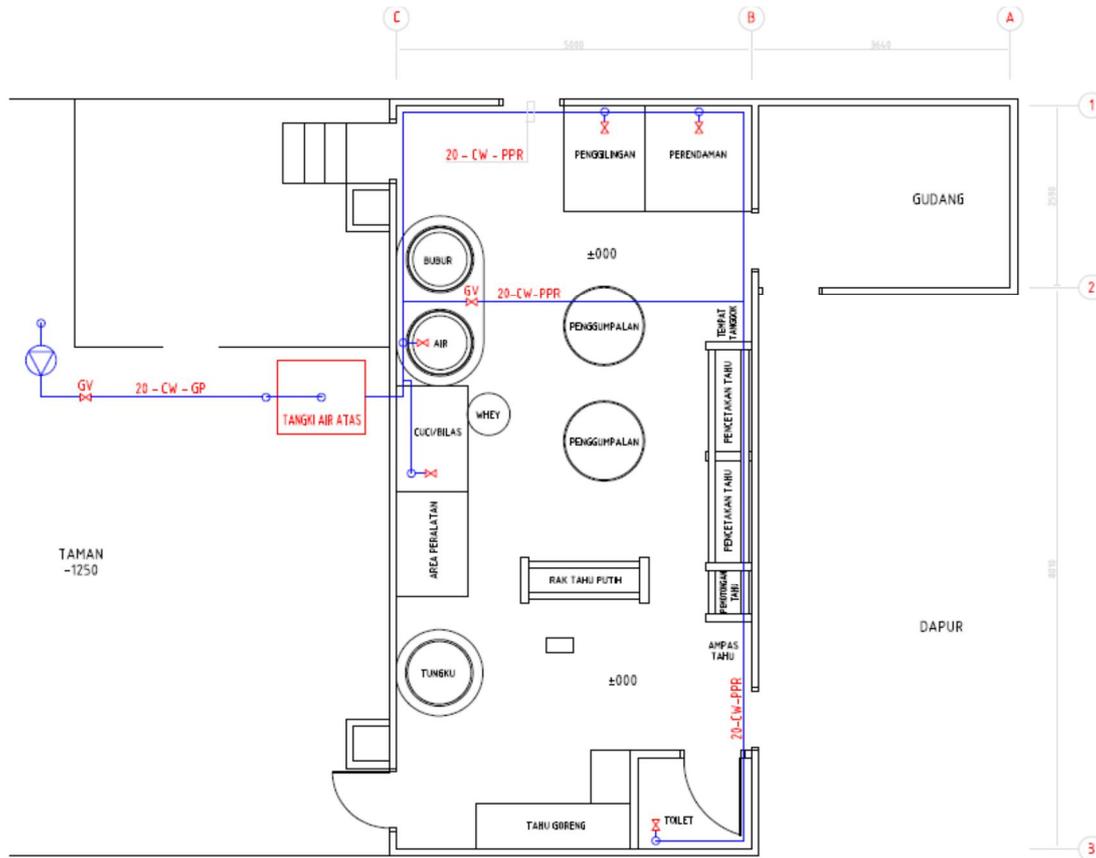
Tabel 2.
Data hasil perhitungan

| Data | Notasi | Nilai |
|------------------------------------|--------------|---------------------------|
| Kebutuhan air proses tahu per hari | Q_d | 4,98 m ³ /hari |
| Kebutuhan air rata-rata | Q_h | 0,62m ³ /jam |
| Kebutuhan air jam puncak | Q_{h-maks} | 20,76 liter/menit |
| Kapasitas pompa pengisi | Q_{pu} | 30 liter/menit |
| Jangka waktu kebutuhan puncak | t_p | 60 menit |
| Jangka waktu kerja pompa pengisi | t_{pu} | 15 menit |
| Kapasitas efektif tangki air atas | V_E | 450 liter |

Jangka waktu kebutuhan puncak diasumsikan terjadi selama 60 menit di mana dapat terjadi pada saat air di tangki atas dalam level minimum, sehingga perlu dilakukan pengisian kembali oleh pompa yang ditetapkan selama 15 menit untuk mencukupi kebutuhan air proses. Dari tabel 2 diperoleh kapasitas tangki air atas sebesar 450 liter untuk mencukupi kebutuhan air proses pembuatan tahu. Kapasitas ini masih perlu ditambahkan dengan jumlah kebutuhan air untuk 3 operator pembuatan tahu di UKM tahu Hapid. Berdasarkan SNI, kebutuhan air dalam satu hari untuk pekerja pabrik sebesar 60 liter/hari/orang. Kebutuhan air untuk operator dipisahkan dengan perhitungan untuk proses agar tidak mengganggu kebutuhan air proses pada saat kebutuhan air untuk operator terpakai semuanya pada saat proses berjalan. Oleh karena itu, didapatkan total kapasitas efektif tangki air atas sebesar 630 liter.

Dengan menggunakan tangki sesuai kapasitas efektif air atas tersebut, maka pompa akan bekerja sebanyak 8 kali untuk mencukupi kebutuhan air per hari. Kebutuhan daya listrik untuk 8 kali pompa bekerja sebesar 0,25 kWh. Namun kapasitas tangki disesuaikan yang tersedia di pasar yaitu 1000 liter. Kebutuhan daya listrik pompa untuk mencukupi kebutuhan air per hari dengan tangki air atas kapasitas 1000 liter adalah 0,16 kWh di mana pompa bekerja sebanyak 5 kali.

Setelah dilakukan perhitungan dan gambaran awal mengenai sistem penyediaan air bersih yang akan digunakan, maka dilakukan perencanaan instalasi pemipaan. Dalam perencanaan harus dipertimbangkan mengenai lokasi tangki air. Tangki air harus diposisikan sedemikian rupa sehingga terbebas dari gangguan dan dapat diakses dengan aman untuk pembersihan dan perbaikan.[12] Denah layout baru beserta instalasi pemipaan air bersih dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Denah instalasi sistem pemipaan air bersih

Dari denah dapat dilihat bahwa air dialirkan terlebih dahulu ke dalam tangki air atas dengan menggunakan pompa. Kemudian dari tangki air atas air dialirkan dengan menggunakan grafitasi menuju beberapa lokasi proses di mana telah dipasang kran untuk mengatur buka-tutup aliran air.

4. Hasil dan Pembahasan

Telah dilakukan perancangan sistem penyediaan air bersih dengan menggunakan sistem tangki air atas di UKM Tahu Hapid yang melakukan proses sebanyak 24 batch, sehingga diperoleh kebutuhan air proses dalam satu hari (8 jam) sebesar $4,98 \text{ m}^3/\text{hari}$. Hasil rancangan berupa sistem penyediaan air dengan menggunakan tangki atas. Perhitungan menunjukkan kapasitas tangki air atas untuk mencukupi kebutuhan air proses pembuatan tahu dan kebutuhan pekerja dalam satu hari adalah 630 liter. Dengan menggunakan tangki sesuai kapasitas efektif, maka pompa akan bekerja sebanyak 8 kali

untuk mencukupi kebutuhan air per hari dengan kebutuhan daya listrik 0,25 kWh. Kemudian kapasitas tangki disesuaikan dengan tangki yang tersedia di pasaran sebesar 1000 liter, sehingga didapatkan kebutuhan daya listrik per hari sebesar 0,16 kWh di mana pompa bekerja sebanyak 5 kali. Dari hasil perhitungan telah dibuat dokumen perancangan sistem pemipaan air bersih dengan menggunakan sistem tangki air yang mengalirkan air secara grafitasi ke beberapa lokasi proses pembuatan tahu di UKM tahu Hapid.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Kemenristek sebagai penyandang dana kegiatan penelitian melalui Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perakayasa Tahun 2012, Ir. Doddy A. Darmajana, M.Si. sebagai penanggung jawab kegiatan, rekan-rekan peneliti dan teknisi yang tergabung dalam kegiatan penelitian “Penerapan Produksi Bersih Berbasis Teknologi Tepat Guna Pada Sentra Industri Kecil Tahu di Kabupaten Subang”, dan Apri Wahyudi yang telah membantu dalam penyediaan referensi gambar desain.

6. Daftar pustaka

- Perkembangan Data Usaha Mikro, Kecil, Menengah (UMKM) dan Usaha Besar (UB) Tahun 2009-2010. http://www.depkop.go.id/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=255:data-usaha-mikro-kecil-menengah-umkm-dan-usaha-besar-ub-tahun-2009-2010&Itemid=93. Diakses 1 Februari 2012.
- Jumlah Unit Industri Kecil Menengah dan Besar di Jawa Barat 2010. <http://jabar.bps.go.id/index.php/industripertambanganenergi-dan-konstruksi/63-jumlah-unit-industri-kecil-menengah-dan-besar-di-jawa-barat-number-of-small-medium-and-large-scale-industries-in-jawa-barat-2010>. Diakses 1 Februari 2012
- DisperindagSar Kabupaten Subang, (2008). Daftar Industri Tahu di Kabupaten Subang. DisperindagSar, Subang.
- Arundhati, ST. (2008). Regulatory Aspect and Implementation of Cleaner Production in Indonesia. Disampaikan dalam Training Course on Cleaner Production Technology for Virgin Coconut Oil (VCO) of Food Industry for ASEAN Countries. Jakarta.
- Fujitsuka, T. (2008). Regulatory Aspect and Implementation of Cleaner Production. Disampaikan dalam Training Course on Cleaner Production Technology for Virgin Coconut Oil (VCO) of Food Industry for ASEAN Countries. Jakarta.
- Suprapti, M. L. (2005). Pembuatan Tahu, Seri Pengolahan Pangan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, (2005). SNI 03-7065-2005, Tata cara perencanaan sistem plambing. BSN. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, (2000). SNI 03-6481-2000, Sistem plambing. BSN. Jakarta.
- Noerbambang, S. M. dan T. Morimura, (1999). Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing. PT. Pradya Paramita. Jakarta.
- Sularso dan H. Tahara (2006). Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan. PT. Pradya Paramita. Jakarta.
- Muscroft, S., (2007). Plumbing, 2nd Edition. Elsevier Ltd. Oxford.
- Water Supplies Department. (2001). Handbook on Plumbing Installation for Buildings, Revision 1 – 4.12.2006 – Addition added to 4.5. Water Supplies Department HKSARG.