

KAPASITAS DAYA DUKUNG JARINGAN PIPA AIR BERSIH DAN VEN GEDUNG LEMBAGA PENGEMBANGAN DAN PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Adhimas Praditya Kurniawan¹, Sudiyono²

^{1,2}Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY
sudiyono_ft@uny.ac.id

ABSTRACT

This last project aims to determine the size and dimensions of the clean water pipelines and venting pipes that will be used in capacity support capability of clean water pipelines and venting pipes in the building of Development and Quality Assurance of Education Institutions of the Yogyakarta State University. This last project uses calculation method of the amount of plumbing that based on building data to determine the capacity support capability of the pipe and the discharge flowing in pipelines. Pipe dimension that will be used is determined from head loss by using Peter Burberry's nomogram. This last project is taken from the building of Development and Quality Assurance of Education Institutions of the Yogyakarta State University. Stage of this last project includes calculation plumbing load, water flow rate calculation, head available calculation, calculation of head loss and pipe dimensions. Results of this last project are discharge flowing on capacity support capability of clean water pipelines for 1st pipeline that flowing in 4th west floor building until 1st west floor is 18.28 l/s. In 2nd pipeline, discharge flowing in 3rd east floor until 1st east floor is 11.93 l/s. For 3rd pipeline, discharge flowing in 4th east floor is 5.83 l/d. The diameter that be used in clear water pipelines in the building of Development and Quality Assurance of Education Institutions of the Yogyakarta State University are ½", ¾", 1", 1¼", 1½", 2", 2½", 3", 4", and 5". For vent pipelines are 1½", 2", 2½", 3", and 4" all of them are qualifying.

Keyword: Capacity Support Capability, Clean Water, Vent

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari air sebagai bagian penting dalam kehidupan merupakan hal yang senantiasa diperlukan setiap makhluk hidup di dunia. Demikian halnya bagi manusia, air sangat dibutuhkan dalam berbagai aktivitas di kehidupan sehari-hari mulai dari minum, memasak, mencuci, mandi, dan juga kebutuhan lainnya. Mengingat fungsi air begitu penting bagi manusia maka sudah seharusnya diperlukan adanya sistem penyediaan Air Bersih yang tertata baik secara kualitas dan tentunya harus memenuhi syarat standar yang ada sehingga dapat mencukupi kebutuhan Air Bersih dalam setiap aktivitas sehari-hari.

Dewasa ini Air Bersih menjadi masalah dalam pengelolaannya terutama di kota-kota besar yang menuntut kebutuhan Air Bersih cukup tinggi, apalagi dengan perkembangan daerah perkotaan yang luasan daerah industrinya sangat berdampak terhadap kebutuhan Air Bersih, sementara sumber Air Bersih itu sendiri semakin menyempit sehingga jaringan Air Bersih nya belum bisa memenuhi dan menjangkau seluruh kebutuhan secara menyeluruh.

Untuk menyalurkan Air Bersih secara efisien dalam jumlah yang ideal ke semua alat-alat saniter yang dipakai dalam suatu ruangan rumah tinggal maupun gedung diperlukan unit jaringan instalasi yang memadai dan direncanakan dengan benar sehingga dapat bekerja dengan baik. Begitu juga dalam Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta diperlukan perhitungan kapasitas daya dukung jaringan pipa Air Bersih dan ven yang baik agar air dapat terdistribusi dengan efisien sesuai standar yang ada sehingga air mengalir dengan lancar. Peneliti melakukan perhitungan

Kapasitas Daya Dukung ... (Adhimas/ hal. 80-92)

mengenai kapasitas daya dukung jaringan pipa Air Bersih dan ven pada Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui kapasitas daya dukung kebutuhan Air Bersih pada gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta (2) mengetahui dimensi pipa Air Bersih pada gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta, dan (3) mengetahui dimensi pipa ven yang dipakai pada gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta.

Manfaat dari penelitian ini adalah (1) memberikan gambaran tentang sistem plambing pada gedung bertingkat, (2) memberikan gambaran dan referensi tentang cara merencanakan suatu jaringan pipa pada gedung bertingkat (3) mengetahui cara menghitung dimensi pipa pada sistem perpipaan Air Bersih dan ven suatu gedung bertingkat.

Pada dasarnya sistem saluran air dibedakan menjadi 2 macam, yaitu (1) Sistem Saluran Terbuka, yaitu distribusi air melalui saluran-saluran yang terbuka (2) Sistem Saluran Tertutup, yaitu distribusi air dengan menggunakan pipa-pipa distribusi. Dalam saluran tertutup dapat disamakan dengan sistem aliran pada pipa, di mana aliran air yang dialirkan pada saluran transmisi atau distribusi menggunakan saluran tertutup. Sistem penyediaan Air Bersih dalam gedung menggunakan saluran tertutup.

Sistem penyediaan Air Bersih yang sering digunakan dalam bangunan gedung dapat dikelompokkan menjadi (1) Sistem sambungan langsung. Dalam sistem ini pipa distribusi dalam gedung disambung langsung dengan pipa utama penyediaan Air Bersih. Karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama tersebut, maka sistem ini terutama dapat diterapkan untuk perumahan dan gedung-gedung kecil dan rendah (2) Sistem tangki atap. Dalam sistem ini, air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau di bawah muka tanah), kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau di atas lantai tertinggi bangunan.

Dari tangki ini air didistribusikan ke seluruh bangunan. Sistem tangki atap ini diterapkan seringkali karena alasan-alasan berikut: (a) Selama airnya digunakan, perubahan tekanan yang terjadi pada alat plambing hampir tidak berarti. Perubahan tekanan ini hanyalah akibat perubahan muka air dalam tangki atap (b) Sistem pompa yang menaikkan air ke tangki atap bekerja secara otomatis dengan cara yang sangat sederhana sehingga kecil sekali kemungkinan timbulnya kesulitan (c) Perawatan tangki atap sangat sederhana dibandingkan dengan misalnya, tangki tekan (3) Sistem tangki tekan. Seperti halnya dengan sistem tangki atap, sistem tangki tekan diterapkan dalam keadaan karena suatu alasan tidak dapat digunakan sistem sambungan langsung. Berikut kelebihan dan kekurangan sistem tangki tekan, diantaranya adalah (a) Lebih menguntungkan dari segi estetika karena tidak terlalu menyolok dibanding dengan tangki atap (b) Mudah perawatannya karena dipasang dalam ruang mesin bersama pompa-pompa lainnya (c) Harga awal lebih rendah dibandingkan dengan tangki yang harus dipasang di atas menara (d) Daerah fluktuasi tekanan sebesar 1.0 kg/cm^2 sangat besar dibandingkan dengan sistem tangki atap yang hampir tidak ada fluktuasi tekanannya (e) Dengan berkurangnya udara dalam tangki tekan, maka setiap beberapa hari sekali harus ditambahkan udara kempa dengan kompresor atau dengan menguras seluruh air dari dalam tangki tekan (f) Sistem tangki tekan dapat dianggap sebagai suatu sistem pengaturan otomatis pompa penyediaan air saja dan bukan sebagai sistem penyimpanan air seperti tangki atap (g) Karena jumlah air yang efektif tersimpan dalam tangki tekan relatif sedikit, maka pompa akan lebih sering bekerja dan hal ini dapat menyebabkan keausan pada saklar pompa lebih cepat (4) Sistem tanpa tangki. Dalam sistem ini tidak digunakan tangki apapun, baik tangki bawah, tangki tekan, ataupun atap. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan dan pompa langsung menghisap air dari pipa utama. Namun sistem ini kurang populer dan tidak boleh digunakan di Indonesia.

Pipa adalah suatu saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran dan digunakan untuk mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh. Fluida yang dialirkan melalui pipa bisa berupa zat cair atau gas, tekanannya bisa lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer. Apabila zat cair dalam pipa tidak penuh maka aliran termasuk dalam aliran terbuka, karena mempunyai permukaan bebas. Tekanan di permukaan zat cair di sepanjang saluran terbuka adalah tekanan atmosfer, dari definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa pipa dibuat bertujuan untuk mempermudah gerak dari suatu aliran fluida.

Pada zat cair yang mengalir didalam bidang batas (pipa, saluran terbuka atau bidang datar) akan terjadi tegangan geser dan gradien kecepatan pada seluruh medan aliran karena adanya kekentalan. Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga atau energi selama pengaliran (Triatmodjo, 2003: 25).

Pada dasarnya sistem pipa dalam penyediaan air dalam gedung ada 2, yaitu sistem pengaliran ke atas dan sistem pengaliran kebawah. Dalam sistem pengaliran ke atas, pipa utama dipasang dari tangki atas ke bawah sampai langit-langit lantai terbawah dari gedung, kemudian mendatar dan bercabang-cabang tegak ke atas untuk melayani lantai-lantai di atasnya.

Dalam sistem pengaliran ke bawah, pipa utama dari tangki atas dipasang mendatar dalam langit-langit lantai teratas dari gedung, dan dari pipa mendatar ini dibuat cabang-cabang tegak ke bawah untuk melayani lantai-lantai di bawahnya. Diantara kedua sistem tersebut di atas, agak sulit untuk dinyatakan sistem mana yang terbaik. Masing-masing sistem mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Pemilihan lebih banyak ditentukan oleh ciri khas konstruksi atau penggunaan gedung, dan oleh selera atau preferensi perancangnya.

Dalam sistem pengaliran ke bawah, diperlukan ruang yang cukup dalam langit-langit lantai teratas untuk memasang pipa utama mendatar dan ruang yang cukup untuk melakukan pemeriksaan, perawatan, operasi, serta penyetelan atas katup-katup pada pipa bercabang tegak ke bawah sehingga pembuangan udara yang tertinggal dalam pipa relatif cukup mudah.

Lantai terbawah dari suatu gedung sering digunakan sebagai tempat memasang mesin-mesin peralatan gedung, dimana langit-langitnya cukup tinggi dari lantai sehingga cukup untuk tempat memasang pipa-pipa utama mendatar. Dalam keadaan demikian maka sistem pengaliran ke atas dapat dipilih. Pemeriksaan, perawatan operasi dan penyetelan katup-katup pada pipa-pipa bercabang tegak ke atas dapat dilakukan dengan mudah. Tetapi karena adanya pipa utama yang dipasang dari tangki atas sampai pipa mendatar dalam langit-langit lantai terbawah, maka apabila dibandingkan dengan sistem pengaliran ke bawah akan menambah panjang pipa utama.

Suatu sistem dimana digunakan pipa hantar dari pompa tangki air bawah ke tangki atas yang terpisah dari pipa air utama dan digunakan untuk melayani lantai-lantai gedung dinamakan sistem dua pipa atau sistem pipa ganda. Sedangkan apabila kedua fungsi tersebut di atas dilayani oleh satu pipa maka dinamakan sistem satu pipa atau sistem pipa tunggal. Dalam sistem pipa ganda tekanan air pada peralatan plambing tidak banyak berubah, karena hanya terpengaruh oleh tinggi rendahnya muka air dalam tangki atas. Sedangkan dalam sistem pipa tunggal, tekanan air pada peralatan air pada peralatan plambing akan bertambah pada waktu pompa bekerja mengisi tangki.

Dalam sistem ini ukuran pipa ditentukan berdasarkan pengaliran air dari tangki atas ke peralatan plambing, dan bukan didasarkan pada waktu pengisian tangki dengan pompa. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem pipa, diantaranya adalah (1) Sistem manapun yang dipilih, pipa harus dirancang dan dipasang sedemikian rupa sehingga udara maupun air apabila diperlukan dapat dibuang/dikeluarkan dengan mudah. (2) Pipa mendatar pada sistem pengaliran ke atas sebaiknya dibuat agak miring ke atas (searah aliran), sedang pada sistem pengaliran ke bawah kemiringannya sekitar 1/300. (3) Perpipa yang tidak merata, melengkung ke atas atau melengkung ke bawah harus dihindarkan.

Kapasitas Daya Dukung ... (Adhimas/ hal. 80-92)

apabila ada suatu hal yang tidak dapat dihindarkan (misalnya ada perombakan gedung) hendaknya dipasang katup pelepas udara. (4) Harus menghindari membalikkan arah aliran. Misalnya pada pipa cabang tegak yang digunakan untuk melayani daerah di atas pipa utama mendatar, penyambungannya diarahkan ke bawah terlebih dahulu.

Sistem perpipaan dapat ditemukan pada hampir semua jenis industri, dari sistem pipa tunggal yang sederhana sampai sistem pipa bercabang yang sangat kompleks. (1) Sistem Pipa Tunggal. Sistem pipa tunggal merupakan sistem perpipaan yang hanya menggunakan satu buah pipa tanpa menggunakan sambungan. Penurunan tekanan pada sistem pipa tunggal adalah merupakan fungsi dari laju aliran, perubahan ketinggian dan total *head loss* merupakan fungsi dari faktor gesekan, perubahan penampang. Untuk aliran tak mampu mampat, sifat fluida diasumsikan tetap. Pada saat sistem telah ditentukan, maka konfigurasi sistem, kekasaran permukaan pipa, perubahan elevasi, dan kekentalan fluida bukan lagi merupakan variabel bebas. (2) Sistem Pipa Majemuk. Pada kenyataannya kebanyakan sistem perpipaan adalah sistem pipa majemuk, yaitu rangkaian pipa seri, paralel maupun berupa jaringan perpipaan/bercabang. Untuk rangkaian pipa seri maupun paralel, penyelesaiannya adalah serupa dengan perhitungan tegangan dan tahanan pada hukum ohm. Penurunan tekanan dan laju aliran identik dengan tegangan dan arus pada listrik. Namun persamaannya tidak identik dengan hukum ohm, karena penurunan tekanan sebanding dengan kuadrat dari laju aliran. Semua sistem pipa majemuk lebih mudah diselesaikan dengan persamaan empiris.

Dalam suatu sistem perpipaan, pemilihan jenis pipa adalah merupakan hal yang sangat penting karena akan menentukan kemampuan system tersebut dalam penggunaannya, Dalam pemilihan jenis pipa ada beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain yaitu keadaan tanah daerah pelayanan, daya tekan pipa, faktor ekonomi dan diameter pipa yang ada di pasaran.

Dalam distribusi Air Bersih dikenal beberapa jenis pipa yang umum digunakan diantaranya (1) Pipa Besi Tuang. Pipa besi tuang telah digunakan berabad-abad lamanya, sebagai contoh pipa besi tuang yang dipasang di istana *Vasailis* di Perancis masih dalam keadaan baik hingga saat ini. Rekor pelayanan pipa besi tuang di dunia membuktikan bahwa daya tekan korosinya sangat memuaskan dan umumnya semi permanen, namun kelemahannya terletak pada kerapuhannya. (2) Pipa PVC (*Polivinil Chlorida*). Pipa plastik untuk Air Bersih mempunyai tekanan kerja 8-10 kg/cm².

Pipa plastik mempunyai daya tahan yang sangat baik terhadap unsur-unsur kimia sehingga pipa tersebut tidak akan berubah sifatnya dan tidak akan rusak akibat karat. Karena sifatnya yang elastis sehingga mudah dibentuk menurut keperluan serta mudah disambung dan dipasang. Pipa plastik menjaga permukaan yang sangat licin sehingga mengurangi tekanan pengaliran air. Pipa ini juga sangat ringan. (3) Pipa Besi Tuang Liat (DCIP). Besi tuang cor adalah besi tuang *spheroidal* yang merupakan suatu hasil penemuan yang bertahun-tahun. Dewasa ini besi tuang diambil sebagai bahan pipa karena kekuatan dan ketiutannya serta karena ketahanannya terhadap korosi. Pipa sebagai bagian pelayanan dibawah tanah akan mengalami tekanan internal yang sangat tinggi dari fluida yang mengalir didalamnya serta tekanan eksternal dari tanah dan beban yang melintasinya. Pipa besi tuang liat dapat menahan dengan aman keadaan seperti ini karena mutu dan kekuatannya yang lebih tinggi.

Dalam sistem perpipaan ada beberapa bagian sistem tersebut yang memerlukan perlengkapan tambahan. Perlengkapan-perengkapan yang biasa digunakan antara lain: (1) Katup (*Valve*) yaitu alat untuk mengatur aliran atau distribusi air dalam sistem perpipaan. Berikut ini beberapa jenis katup yang digunakan: (a) Katup pintu (*gate valve*) yang digunakan untuk pengaturan aliran, baik dengan membuka atau menutup sesuai dengan kebutuhan. (b) Katup bola (*globe valve*) yang digunakan untuk membuka atau menutup sama sekali aliran air pada pipa. (c) Katup cek (*check valve*) yang digunakan untuk mencegah aliran balik atau dengan kata lain, digunakan untuk aliran satu arah. (2) Sambungan Pipa. Pada dasarnya

sambungan pipa dapat dikelompokkan dalam dua bagian, yaitu: (a) Sambungan yang dilakukan dengan pengelasan. Jenis-jenis sambungan yang dilakukan dengan pengelasan diantaranya 45° elbow, 90° elbow, 180° elbow, Red Tee (pemerkecil), dan Cross (silang). (b) Sambungan yang dilakukan dengan ulir, diantaranya Bushing (paking), Coupling (kopling), dan Cap.

Kehilangan tekanan pada pipa terjadi karena dua hal yaitu, gesekan disepanjang dinding pipa dan karena perubahan diameter pipa, sambungan, belokan dan katup. Kehilangan tenaga akibat gesekan disepanjang dinding pipa selama pengaliran disebut kehilangan tenaga primer (*head losses / friction losses*), sedangkan kehilangan tenaga akibat perubahan diameter pipa, sambungan, belokan dan katup disebut kehilangan tenaga sekunder (*minor losses*). Pada pipa-pipa yang panjang, kehilangan minor sering diabaikan tanpa kesalahan yang berarti, tetapi dapat menjadi cukup penting pada pipa yang pendek. Kehilangan minor pada umumnya akan lebih besar bila aliran mengalami perlambatan daripada bila terjadi peningkatan kecepatan akibat adanya pusaran arus yang ditimbulkan oleh pemisahan aliran dari bidang batas pipa.

Penentuan ukuran pipa ditentukan berdasarkan laju aliran puncak yang dijelaskan dengan metode penaksiran laju aliran air. Metode ini terbagi dalam tiga jenis, yaitu penaksiran berdasarkan jumlah penghuni, penaksiran berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing, dan penaksiran berdasarkan unit beban alat plambing. Disamping itu ada tambahan pertimbangan-pertimbangan lain yang didasarkan pada pengalaman perancang/kontraktor pelaksana.

Sebagai contoh, apabila menurut perhitungan diperoleh ukuran pipa yang makin kecil pada setiap cabang. Tetapi karena dalam pelaksanaannya akan menimbulkan kesulitan dengan setiap kali memasang reduser, maka biasanya ukuran pipa dibuat sama setelah mencapai diameter terkecil yang diinginkan. Dengan demikian pada beberapa bagian dari sistem pipa tersebut akan diperoleh diameter yang lebih besar daripada yang ditentukan berdasar perhitungan. Hal ini terutama apabila makin besar kemungkinan penggunaan serentak dari peralatan plambing tersebut. Dalam menentukan ukuran pipa perlu juga dipertimbangkan batas kerugian gesek atau gradient hidraulik yang diizinkan, demikian pula batas kecepatan tertinggi, yang biasanya 2 m/detik atau kurang. Selain itu, untuk memudahkan dalam penentuan ukuran diameter pipa dengan membaca nomogram Peter Burberry.

Dasar-dasar perhitungan untuk mencari ukuran diameter pipa (Sudiyono), diantaranya adalah (1) Anggapan-anggapan, pada bangunan rumah tinggal dengan instalasi jaringan air minum sederhana perhitungan besarnya diameter pipa didasarkan atas anggapan bahwa semua alat saniter bekerja bersama-sama sehingga ukuran diameter pipa harus mampu mengalirkan air sejumlah yang dibutuhkan oleh alat saniter pada waktu yang bersamaan. Demikian juga pada pipa cabang dasar perhitungannya sama dengan pipa distribusi dengan asumsi bahwa pipa cabang harus mampu membawa air sejumlah yang dibutuhkan oleh alat-alat saniter yang ada dalam rangkaian instalasi pipa cabang tersebut secara bersama-sama. (2) Debit Air, disamping ukuran diameter jaringan instalasi pipanya harus mampu mengalirkan air sejumlah kebutuhan tiap-tiap alat saniter (*appliance*), debit air yang bekerja pada tiap alat alat saniter pun harus memenuhi syarat yang telah ditetapkan.

Debit air pada setiap alat-alat saniter besarnya berbeda-beda tergantung dari ukuran, macam serta fungsi dari setiap alat tersebut. Untuk menghitung ukuran diameter pipa jaringan instalasi yang diminta lebih dahulu harus diketahui besarnya debit air pada setiap alat saniter. Sebagai pedoman dalam perencanaan besarnya debit air dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Laju aliran yang disyaratkan untuk beberapa alat saniter

Alat Saniter	Laju Aliran (l/d)
WC (katup gelontor)	0.11
Wastafel	0.15
Wastafel (pipa kecil)	0.03
Bath tap, 18mm	0.30
Bath tap, 25mm	0.60
Shower	0.11
Bak cuci piring, 12mm	0.19
Bak cuci piring, 18mm	0.30
Bak cuci piring, 25mm	0.40

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit terkena pancaran air serta mempercepat kerusakan peralatan plambing, dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Kecepatan aliran air yang terlampau tinggi akan dapat menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, dan menimbulkan suara berisik dan kadang-kadang menyebabkan ausnya permukaan dalam dari pipa. Di lain pihak, kecepatan yang terlampau rendah ternyata dapat menimbulkan efek kurang baik dari segi korosi, pengendapan kotoran, ataupun kualitas air. Biasanya digunakan standar kecepatan sebesar 0,9-1,2 m/detik, batas maksimal berkisar antara 1,5-2 m/detik. Batas kecepatan 2,0 m/detik sebaiknya diterapkan dalam penentuan pendahuluan ukuran pipa.

Dasar perhitungan, untuk dapat menentukan banyaknya alat plambing dan kebutuhan air yang diperlukan dalam suatu gedung/bangunan, harus diketahui jumlah populasi pengguna gedung tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui jumlah pengguna gedung adalah dengan mengetahui fungsi dan luas tiap ruang dalam gedung. Kebutuhan air didapat dari jumlah pengguna sesuai fungsi ruang. Kebutuhan air selanjutnya diperlukan untuk menghitung volume tangki bawah, atas dan pompa. Untuk mencari pemakaian air rata-rata per orang tiap hari menggunakan tabel Pemakaian Air Rata-rata Per Orang Setiap Hari.

Tekanan yang tersedia dalam instalasi mempunyai peranan yang sangat penting untuk mendistribusikan air ke ruman-rumah maupun ke alat saniter. Oleh karena itu pada pipa distribusi harus memiliki tekanan yang cukup dan stabil agar distribusi air dapat merata ke seluruh daerah dengan kecepatan dan tekanan yang cukup bila setiap saat digunakan. Apabila penyediaan air dilaksanakan oleh PAM (Perusahaan Air Minum) maka tekanan yang tersedia pada pipa induk harus stabil agar distribusi air dapat menjangkau ke seluruh daerah konsumen, dengan kecepatan dan tekanan yang memadai meskipun daerah tersebut cukup tinggi. Tetapi apabila penyediaan air minum disediakan sendiri oleh pemilik maka tinggi *reservoir* yang disediakan harus dapat memberikan tekanan yang memadai sehingga pada alat-alat saniter yang paling kritis sekalipun dapat terpenuhi kebutuhan airnya.

Jaringan instalasi diusahakan sependek mungkin dan penggunaan *fitting-fitting* nya di usahakan seminimal mungkin. Penggunaan jaringan yang terlalu panjang di samping biaya yang tinggi juga berakibat pada kehilangan tekanan karena panjangnya pipa maupun kontraksi karena banyaknya *fitting*. Penggunaan alat-alat instalasi seperti *stop kran, gate valve, float valve, bib tap, pilar tap* dan sebagainya semakin besar hal ini berarti mempengaruhi pengaliran air dalam jaringan instalasi maupun dalam alat-alat saniter.

Ekuivalen panjang pipa, untuk memudahkan perhitungan besarnya kehilangan tekanan yang disebabkan karena penggunaan *fitting* biasanya diperhitungkan dengan cara menambahkan harga panjang pipa yang diperhitungkan dengan harga ekuivalen dari *fitting-*

fitting yang digunakan. Disamping kehilangan tekanan yang disebabkan karena menggunakan *fitting*, kehilangan tekanan juga bertambah karena menggunakan alat-alat saniter, harga ekuivalen kehilangan energi karena alat-alat saniter dapat dilihat dari tabel berikut yang diambil dari *Envin ronment dan Services* karangan Peter Burberry (Sudiyono).

Tabel 2. Ekuivalen Panjang untuk Kehilangan Tenaga karena Penggunaan Tap dan Valve

Tipe	Ekuivalen Panjang (m) Diameter Pipa (mm)									
	12	18	25	32	38	50	62	75	87	100
Katup Dengan Tipe Tap dan Bola	5	6	9	11	14	18	21	25	30	36
Bak Pelampung (Bak Glontor)	75	40	40	35	31	20				
WC Duduk (Bak Glontur)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	

Ada beberapa metode yang digunakan untuk menaksir besarnya laju aliran air, diantaranya adalah: (1) Berdasarkan Jumlah Pemakai. Metode ini didasarkan pada pemakaian air rata-rata sehari dari setiap penghuni dan perkiraan jumlah penghuni. Dengan demikian jumlah pemakaian air sehari-hari dapat diperkirakan, walaupun jenis maupun jumlah alat plambing belum ditentukan.

Metode ini praktis untuk tahap perencanaan atau juga prarancangan. Apabila jumlah penghuni diketahui atau ditetapkan untuk suatu gedung maka angka tersebut dipakai untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari berdasarkan standar mengenai pemakaian air per orang per hari untuk sifat penggunaan gedung tersebut. Tetapi apabila jumlah penghuni tidak diketahui biasanya ditaksir berdasarkan luas lantai dan menetapkan kepadatan hunian per luas lantai. Luas lantai gedung yang dimaksudkan adalah luas lantai efektif, berkisar antara 55 sampai 80 persen dari luas seluruhnya. Angka pemakaian air yang diperoleh dengan metode ini biasanya digunakan untuk menetapkan volume tangki bawah, tangki atap, pompa, dsb. Sedangkan ukuran pipa yang diperoleh dengan metode ini hanyalah pipa penyediaan air misalnya pipa dinas, dan bukan untuk menentukan ukuran pipa-pipa dalam seluruh jaringan. Dengan referensi dari tabel Pemakaian Air Rata-rata Per Orang Setiap Hari. Berikut rumus untuk mencari jumlah pemakaian air per hari:

$$Q_d = Q_h \cdot T \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- Q_d : Pemakaian air rata-rata sehari (m³)
- Q_h : Pemakaian air rata-rata per jam (m³/jam)
- T : Jangka waktu pemakaian (jam)

Pada waktu-waktu tertentu pemakaian air ini akan melebihi pemakaian air rata-rata dan yang tertinggi dinamakan pemakaian air jam puncak. Laju aliran air pada jam puncak inilah yang digunakan untuk menentukan ukuran pipa dinas ataupun pipa utama (dari tangki atap), pompa penyediaan air. Berikut rumus untuk pemakaian air jam-puncak:

$$Q_{h_{max}} = C1 \cdot Q_h \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- Q_{h max} : Pemakaian air jam-puncak (m³/jam)
- C1 : Konstanta (biasanya berkisar antara 1,5 sampai 2,0)
- Q_h : Pemakaian air rata-rata per jam (m³/jam)

Berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plambing. Metode ini digunakan apabila kondisi pemakaian alat plambing dapat diketahui misalnya untuk perumahan atau gedung kecil lainnya, juga harus diketahui jumlah dari setiap jenis alat plambing dalam gedung tersebut. Perhitungan dengan metode ini berpacu pada gambar Lengkung Perkiraan Beban Kebutuhan

Air 1, setelah itu dilanjutkan dengan referensi tabel Pemakaian Air Rata-rata Per Orang Setiap Hari dan juga Tabel 3 seperti di bawah ini:

Tabel 3. Faktor Pemakaian (%) dan Jumlah Alat Plambing

Jumlah alat plambing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset, dengan katup gelontor	1	50	50	40	30	27	23	19	17	15	12	10
Alat plambing biasa	1	100	75	55	48	45	42	40	39	38	35	33
		satu	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10
		satu	3	5	6	7	10	13	16	19	25	33

Berdasarkan Unit Beban Alat Plambing. Departemen Pekerjaan Umum (1979), untuk menghitung laju aliran yang mengalir dalam suatu jaringan pipa terlebih dahulu kita harus menentukan beban plambing yang terdapat pada jaringan pipa tersebut. Untuk mengetahui beban plambing yang terdapat dalam suatu jaringan pipa dapat dilihat dari Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Beban Kebutuhan Alat Plambing

Alat Plambing	Hunian	Jenis Katup	Beban
Kakus	Umum	Katup glontor	10
Kakus	Umum	Tangki glontor	5
Pertuasan	Umum	Katup glontor 1 inci	10
Pertuasan	Umum	Katup glontor %inci	5
Pertuasan	Umum	Tangki glontor	3
Bak cuci tangan	Umum	Kran	2
Bak mandi	Umum	Kran	4
Dus	Umum	Katup pencampur	4
Bak cuci	Kantor dsb	Kran	3
Bak cuci dapur	Hotel, Restoran	Kran	4
Kakus	Pribadi	Katu glontor	6
Kakus	Pribadi	Tangki glontor	3
Bak cuci tangan	Pribadi	Kran	1
Bak mandi	Pribadi	Kran	2
Pancuran	Pribadi	Katup pencampur	2
Kelompok kamar mandi	Pribadi	Katup glontor kakus	8
Dus terpisah	Pribadi	Katup Campuran	2
Kelompok kamar mandi	Pribadi	Tangki glotor kakus	6
Bak cuci dapur	Pribadi	Kran	3
Bak cuci pakaian	Pribadi	Kran	3
Alat plambing gabungan	Pribadi	Kran	3

Beban plambing yang tidak tercantum harus di perkirakan dengan membandingkan alat plambing tersebut dengan alat plambing yang memakai air dalam debit yang sama. Beban yang tercantum dalam tabel adalah untuk seluruh kebutuhan. Alat plambing yang menggunakan air panas dan air dingin mempunyai beban masing-masing 3/4 dari beban yang tercantum dalam tabel. Setelah kita mengetahui berapa beban plambing yang terdapat dalam suatu jaringan pipa kita dapat menentukan laju alirannya menggunakan Gambar Diagram Lengkung Perkiraan Beban Kebutuhan Air 1.

Bersama-sama dengan alat perangkap, pipa ven merupakan bagian penting dari suatu sistem pembuangan. Tujuan pemasangan pipa ven adalah untuk menjaga sekat perangkap dari efek sifon atau tekanan, menjaga sirkulasi yang lancar dalam pipa pembuangan, dan mensirkulasikan udara yang ada di dalam pipa pembuangan. Karena tujuan utamanya adalah menjaga agar perangkap tetap mempunyai sekat air, maka pipa ven harus dipasang sedemikian rupa agar mencegah hilangnya sekat air. (1) Jenis Sistem Ven. Mengacu kepada buku pedoman perkuliahan (Sudiyono), sistem ven digolongkan ke dalam 2 jenis, yaitu: (a) Sistem susun dengan ventilasi (*Fully ventilated stack system*).

Sistem ini melengkapi setiap pipa cabang yang mengalirkan air bekas maupun air kotor dengan pipa ventilasi. Pemasangan pipa ventilasi ini bertujuan untuk menyeimbangkan tekanan udara baik di dalam maupun di luar pipa, sehingga sifon yang terjadi di dalam pipa selalu dapat dihindari. Dengan demikian pengaliran yang disebabkan oleh sifon dapat dicegah. Besarnya diameter pipa ven dapat dicari berdasarkan beban unit plambing yang diterima oleh pipa-pipa tersebut, dengan asumsi bahwa alat-alat plambing bekerja secara simultan. Besarnya beban unit plambing dapat dilihat pada tabel beban Unit Alat Plambing (UAP). (b) Sistem susun dengan ventilasi yang dimodifikasi (*fully modified ventilated stack system*). Beberapa ahli menyatakan bahwa sistem susun dengan ventilasi terlalu boros, maka perlu diadakan modifikasi.

Dengan adanya modifikasi tersebut maka penggunaan pipa dapat lebih ekonomis. Berdasarkan pada asumsi bahwa udara akan selalu berada diatas permukaan air, dan penggelontoran wc akan mengakibatkan tersedotnya air penutup perangkap (*water seal*) maka pipa ventilasi hanya dipasang pada wc dan pada plambing yang mempunyai kedudukan yang tertinggi pada setiap kelompoknya.

Dalam studi kasus yang dilakukan, gedung yang sedang dianalisis ini menggunakan sistem susun dengan ventilasi, tanpa modifikasi. (2) Jenis Pipa Ven. Pipa ven memiliki banyak jenis, berikut penjelasan dari berbagai jenis pipa ven mulai dari ven tunggal, ven lup, ven pipa tegak, ven bersama, ven basah, ven pelepas, pipa ven balik, dan pipa ven yoke. (a) Ven tunggal. Pipa ini dipasang untuk melayani satu alat plambing dan disambungkan kepada sistem ven lainnya atau langsung terbuka ke udara luar. sistem ven dimana pada setiap alat plambing dipasang sebuah pipa ven. (b) Ven lup. Pipa ini melayani dua atau lebih perangkap alat plambing, dan disambungkan kepada pipa ven tegak. Sistem ini melayani dua atau lebih alat plambing (maksimal 8) dipasang pada cabang mendatar pipa air buangan dan disambungkan kepada pipa ven tegak. (c) Ven pipa tegak. Pipa ini merupakan perpanjangan dari pipa tegak air buangan, di atas cabang mendatar pipa air buangan tertinggi. Semua pipa pengering alat plambing disambung langsung kepada pipa tegak air buangan. Pipa tegak ven dipasang dalam hal dimana pipa tegak air kotor atau air bekas melayani dua interval cabang atau lebih, dan dalam hal ini dimana alat- alat plambing pada setiap lantai mempunyai pipa ven tunggal atau pipa ven jenis lainnya. Bagian atas pipa ini harus terbuka langsung ke udara luar di atas atap tanpa dikurangi ukurannya. (d) Ven bersama. Pipa ini adalah satu pipa ven yang melayani perangkap dari dua alat plambing yang dipasang bertolak belakang atau sejajar dan dipasang pada tempat di mana kedua pipa pengering alat plambing tersebut disambungkan bersama. (e) Ven basah. Pipa ven yang juga menerima air buangan berasal dari alat plambing selain kloset. (f) Ven pelepas. Pipa ven untuk melepas tekanan udara dalam pipa pembuangan. (g) Ven balik. Pipa ven balik adalah bagian pipa ven tunggal yang membelok ke bawah, setelah bagian tegak ke atas sampai lebih tinggi dari muka air banjir alat plambing, dan yang kemudian disambungkan kepada pipa tegak ven setelah dipasang mendatar di bawah lantai. (h) Ven yoke. Pipa ven ini suatu ven pelepas, yang menghubungkan pipa tegak air buangan kepada pipa tegak ven, untuk mencegah perubahan tekanan dalam pipa tegak air buangan yang bersangkutan.

Dalam penggunaannya sistem ven harus memperhatikan beberapa hal, diantaranya adalah: (1) Kemiringan Pipa Ven. Pipa ven harus dibuat dengan kemiringan agar titik air yang terbentuk atau air yang terbawa masuk ke dalamnya dapat mengalir secara gravitasi

Kapasitas Daya Dukung ... (Adhimas/ hal. 80-92)

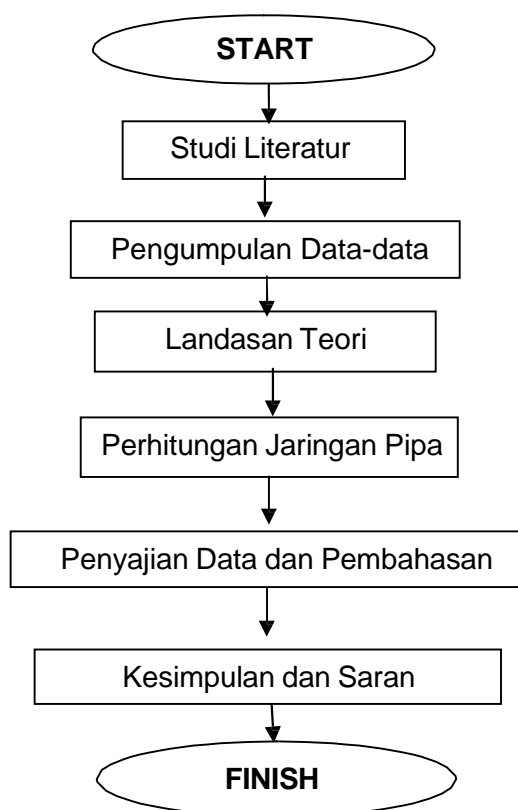
kembali ke pipa pembuangan. (2) Cabang Pipa Ven. Dalam membuat cabang pipa ven harus diusahakan agar udara tidak akan terhalang oleh masuknya air kotor atau air bekas. Pipa ven untuk cabang mendatar pipa air buangan harus disambungkan kepada pipa cabang mendatar tersebut pada bagian tertinggi dari penampang pipa cabang tersebut secara vertikal; hanya dalam keadaan terpaksa boleh disambungkan dengan sudut tidak lebih dari 45° terhadap vertikal. Syarat ini untuk mencegah masuknya air buangan ke dalam pipa ven dalam keadaan pipa buangan (tempat pipa ven tersebut disambungkan) kebetulan sedang penuh dengan air buangan.

Letak Bagian Mendatar Pipa Ven. Dari tempat sambungan pipa ven dengan cabang mendatar pipa air buangan, pipa ven tersebut harus dibuat tegak sampai sekurang-kurangnya 150 mm di atas muka air banjir alat plambing tertinggi yang dilayani ven tersebut, sebelum dibelokkan mendatar atau disambungkan kepada cabang pipa ven. (4) Ujung Pipa Ven. Ujung pipa ven harus terbuka ke udara luar, tetapi harus dengan cara yang tidak menimbulkan gangguan kesehatan.

Syarat untuk pembukaan ujung pipa tersebut: (a) Pipa ven yang menembus atap, ujung yang terbuka ke udara luar harus berada sekurang-kurangnya 15 cm di atas bidang atap tersebut. (b) Kalau atap dipakai sebagai taman, jemuran pakaian dsb, ujung yang terbuka ke udara luar harus berada sekurang-kurangnya 2 m di atas bidang atap tersebut. (c) Ujung pipa ven tidak boleh digunakan sebagai tiang bendera, antena televisi, dsb. (d) Lokasi ujung ven tidak boleh berada langsung di bawah pintu, lubang masuk udara ventilasi dsb, dan juga tidak boleh berada dalam jarak 3 m horisontal dari padanya kecuali kalau sekurang-kurangnya 60 cm di atasnya. (e) Konstruksi bagian pipa ven menembus atap harus sedemikian hingga tidak mengganggu fungsinya. (f) Ujung pipa ven tidak boleh ditempatkan di bawah bagian atap yang menjorok keluar gas-gas dari pipa pembuangan mungkin akan terkumpul dan dapat menimbulkan gangguan. (g) Di lingkungan tertentu mungkin perlu dipasang kawat saringan untuk mencegah masuknya daun-daun kecil atau burung bersarang di dalamnya.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta yang beralamat di jalan Kolombo nomor 1 Karangmalang Depok, Sleman, DIY. Bagan alir perencanaan menggambarkan suatu proses yang dilakukan selama penelitian berlangsung sampai penarikan kesimpulan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat secara skematis pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan

Dalam merencanakan suatu jaringan pemipaan di suatu tempat kita harus mengetahui kebutuhan air dalam tempat tersebut, dalam penelitian ini harus mengetahui kebutuhan air di Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta, adapun tahapannya adalah (1) pengumpulan data, yaitu (a) mengumpulkan data *layout* Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta dan (b) membuat data jumlah alat plambing yang terdapat di Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta (2) pengolahan data, yaitu (a) menghitung beban plambing sesuai dengan alat plambing yang ada (b) menentukan laju aliran (Departemen Pekerjaan Umum, 1979) (c) membuat gambar rencana jaringan pipa yang akan digunakan (d) memperkirakan diameter pipa yang akan digunakan untuk menentukan panjang tambahan pipa (e) menentukan *head available* (f) menghitung panjang pipa yang akan digunakan (f) dari data *Head available* dan data panjang pipa dapat diketahui kehilangan energi dengan menggunakan nomogram dari Peter Burberry (g) dari data kehilangan energi dan juga data debit yang mengalir pada pipa dapat menentukan diameter pipa menggunakan nomogram yang sama (h) menghitung dimensi pipa ven dari data yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk merencanakan kebutuhan air dibutuhkan data bangunan, data jumlah dan jenis alat plambing yang digunakan, yaitu: kloset (bak glontor) 35 buah, wastafel 26 buah, peturasan (katup glontor) 16 buah, dan bak cuci 47 buah. Setelah mengetahui jumlah dan jenis alat plambing pada suatu gedung yang akan direncanakan, maka perhitungan kebutuhan Air Bersih dapat dilanjutkan. Dalam perhitungan kebutuhan Air Bersih ini melalui tiga metode, yaitu berdasarkan jumlah pemakai, berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing, dan berdasarkan laju aliran. Penjabaran dari tiga metode tersebut sebagai berikut: (1) berdasarkan jumlah pemakai, diketahui Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta mempunyai 4 lantai, sebagai berikut: lantai 1

Kapasitas Daya Dukung ... (Adhimas/ hal. 80-92)

luasnya 2010 m², lantai 2 luasnya 1610 m², lantai 3 luasnya 1610 m², dan lantai 4 luasnya 2010 m², sehingga luas secara keseluruhan 6840 m². Setelah itu, ditetapkan kepadatan hunian 5 m² per orang. Maka dapat diketahui jumlah penghuninya: $\frac{6840m^2}{5m^2}=1368orang$. Dari tabel

pemakaian air rata-rata per orang setiap hari diambil pemakaian air 200 liter/hari per orang, maka pemakaian air sehari adalah sebagai berikut: 1368 x 200 = 273600 liter/hari atau 273,6 m³/hari. Diperkirakan perlu tambahan sampai sekitar 20% untuk mengatasi kebocoran, pancuran air, penyiraman taman, dsb. Sehingga pemakaian air rata-rata sehari menjadi: $Q_d = 1,20 \times 273,6 = 328,32 \text{ m}^3/\text{hari}$. Apabila dianggap pemakaian air selama 8 jam, maka:

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} = \frac{328,32}{8} = 41,04 \text{ m}^3/\text{jam} \quad (2)$$

Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing. Perhitungan dengan menggunakan metode ini mengacu pada Tabel 3 dan tabel pemakaian air tiap alat plambing, serta jumlah dan jenis alat plambing yang ada di dalam gedung. Jumlah dan jenis alat plambing dikalikan dengan pemakaian air untuk penggunaan satu kali, lalu dikalikan kembali dengan penggunaan per jam. Berikut perhitungan dengan menggunakan metode ini:

Kloset (katup glontor)	15 liter	x	35	x	6 kali/jam	=	3150 liter/jam
Watafel	3 liter	x	26	x	16 kali/jam	=	1248 liter/jam
Peturasan (katup glontor)	4,5 liter	x	16	x	12 kali/jam	=	864 liter/jam
Bak cuci	10 liter	x	51	x	6 kali/jam	=	3060 liter/jam
					Jumlah	=	8322 liter/jam

Faktor penggunaan serentak untuk semua alat plambing sebesar 39% untuk katup glontor dan 45% selain katup glontor. Oleh karena itu, laju aliran air adalah sebesar:

Kloset (katup glontor)	40%	x	3150	=	1260 liter/jam
Wastafel	42%	x	1248	=	524,16 liter/jam
Peturasan	27%	x	864	=	233,28 liter/jam
Bak cuci	40%	x	3060	=	1224 liter/jam
			Jumlah	=	3241,44 liter/jam

Apabila dianggap pemakaian air selama 8 jam, maka: $241,44 \frac{\text{liter}}{\text{jam}} \times 8 \text{ jam} = 25931,52 \text{ liter}$

(3) Berdasarkan laju aliran air. Perhitungan menggunakan metode ini dihitung untuk mengetahui debit laju aliran pada pipa. Untuk menghitung laju aliran plambing harus diketahui dulu jenis alat plambingnya kemudian dapat ditentukan laju alirannya. Dalam menentukan laju aliran plambing dapat dilihat dari Tabel 1. Berikut merupakan contoh perhitungan dengan metode laju aliran plambing. (a) Menentukan debit laju aliran plambing. Sebagai contoh dari perhitungan ini adalah pipa La-L2 adalah kloset dengan katup glontor, sehingga dapat diketahui beban plambingnya dari Tabel 1 sebesar 0,11.

Setelah mendapatkan besarnya nilai laju aliran ini, dapat langsung dijumlahkan mengikuti arah aliran sehingga dapat diperoleh debit pipa seluruhnya (b) Menentukan panjang pipa total. Dalam perencanaan ini panjang pipa yang digunakan adalah jumlah dari panjang pipa sebenarnya, ekuivalen panjang pipa karena belokan dan tee dengan ekuivalen panjang pipa karena penggunaan tap dan valve. Untuk menghitung ekuivalen panjang pipa karena belokan dan tee dapat digunakan rumus (panjang pipa sebenarnya x 25%), sedangkan untuk ekuivalen panjang pipa karena penggunaan tap dan valve dapat di ketahu dengan melihat Tabel 2. Misalnya pipa Mm-M9 panjang sebenarnya adalah 3,6 m.

Ekuivalen untuk belokan adalah 3,6 x 25% = 0,9 m. Ekuivalen untuk penggunaan katup dan keran dapat dilihat pada Tabel 2, diameter perkiraannya adalah 12 mm maka ekuivalennya sebesar 5 m. Jadi panjang pipa Mm-M9 adalah 3,6 + 0,9 + 5 = 9,5 m. (c) Perhitungan pipa kritis. Setelah menemukan panjang total dari semua lantai, langkah selanjutnya ialah mencari pipa kritis untuk menentukan head loss. Perhitungan pipa kritis ini

dan untuk menentukan *head loss* ialah dengan menggunakan nomogram Peter Burberry. Namun sebelum mencari *head loss*, harus mengetahui *head available* terlebih dahulu di setiap lantai. Untuk mengetahui *head available* perlu diketahui terlebih dahulu ketinggian *reservoir*. Dalam perencanaan ini *reservoir* diletakkan setingkat dengan lantai 4. Dari dasar *reservoir* sampai dengan pipa paling rendah di lantai 4 adalah 7,34 meter.

Jadi dapat diketahui bahwa *head available* untuk daerah lantai 4 adalah 7,34 meter. Contoh perhitungan *head loss* adalah seperti pada pipa K-Lj diketahui bahwa panjang totalnya adalah 111,81 meter. *Head Available* K-Lj adalah 7,34 meter. Dari data tersebut dapat mencari menggunakan nomogram Peter Burberry sehingga ditemukan *head loss* terkecil sebesar 0,66 untuk lantai 4 barat sampai lantai 1 barat. Untuk lantai 3 timur (*typical*) sampai lantai 1 timur *head loss* terkecil sebesar 1,29. Sedangkan untuk lantai 4 timur *head loss* terkecil sebesar 0,33. Setelah menemukan *head loss* dan mengetahui debitnya, maka selanjutnya dapat langsung mencari dimensi pipa dengan menggunakan nomogram Peter Burberry. Contoh untuk mencari dimensi atau diameter pipa adalah pipa L1-L dengan *head loss* sebesar 0,66 dihubungkan dengan debit 4,33 liter/detik, maka diameternya menggunakan 50 mm.

Dalam perhitungan ini, selalu berkaitan dengan nilai pipa tegak air buangan. Selain itu, nilai UAP juga diperlukan dalam perhitungan ini. Perhitungan ini dapat dihitung atau dicari melalui tabel beban Unit Alat Plumbing (UAP) dan tabel Ukuran dan Panjang Pipa Ven. Contoh dari perhitungan ini adalah pipa ven Ab-A mempunyai UAP sebesar empat karena alat plumbing pipa tersebut ialah kloset dengan tangki gelontor. Setelah mendapatkan besarnya nilai UAP ini, dapat langsung mencari diameternya dalam tabel Ukuran dan Panjang Pipa Ven. Maka dapat diperoleh hasil diameter pipa tersebut ialah 11/ inchi.

SIMPULAN

Simpulan dalam penelitian ini adalah (1) Kapasitas daya dukung Air Bersih yang mengalir pada jaringan pipa Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta adalah sebagai berikut (a) Untuk jaringan 1 yang mengalir daerah bangunan lantai 4 barat sampai lantai 1 barat debitnya adalah 18,28 l/d (b) Untuk jaringan 2 yang mengalir daerah bangunan lantai 3 timur sampai lantai 1 timur debitnya adalah 11,93 l/d (c) Untuk jaringan 3 yang mengalir daerah bangunan lantai 4 timur debitnya adalah 5,83 l/d (2) Diameter jaringan pipa Air Bersih yang digunakan pada jaringan pipa Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta mencakup pipa ukuran diameter 1", 1 1/2", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3", 4", dan 5". Diameter jaringan pipa ven yang digunakan pada jaringan pipa Gedung Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta mencakup pipa ukuran diameter 1 1/2", 2", 2 1/2", 3", dan 4" memenuhi standar yang ada.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Departemen Pekerjaan Umum. 1979. *Pedoman Plumbing Indonesia*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum
- [2] Paryanto, dkk. *Pedoman Proyek Akhir D3*. Yogyakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [3] Soufyan, Bambang, M Noer, dan Takeo, Morimura. 2000. *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*. Jakarta: PT. Pradnya Pramita.
- [4] Sudyono. *Materi Kuliah Plumbing Sanitasi*. Yogyakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [5] Triatmodjo, Bambang. 2003. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.