
ANALISIS PERANCANGAN ULANG POMPA HYDRANT PADA SISTEM *FIRE FIGHTING* GEDUNG KONTROL GARDU INDUK 150 KV AIMAS

Jusman¹, Seno Darmanto², Sutrisno³

Universitas Diponegoro; Jl.Hayam Wuruk No.4 Pleburan Semarang 50241
Sekolah Vokasi Rekayasa Perancangan Mekanik,Departemen Teknologi Industri UNDIP,
Semarang
e-mail: jusmanmesin@gmail.com

Abstrak

Pentingnya alat pemadam kebakaran pada suatu Gardu Induk baik di sisi Switchyard maupun di dalam gedung kontrol dikarenakan peralatan di dalamnya sangat riskan mengalami kebakaran. Adapun tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui diameter pipa yang sebaiknya digunakan berdasarkan ketentuan NFPH dapat dihitung serta penentuan berapa kapasitas pompa yang sebaiknya digunakan dalam system Hydrant. Hasil penelitian didapatkan bahwa instalasi pipa existing seluruhnya menggunakan diameter 2,5 inci, namun setelah dilakukan perhitungan maka diameter pipa yang dibutuhkan yaitu diameter 6 inci sepanjang 2,5 meter, pipa dengan diameter 4 inci sepanjang 27,1 meter dan pipa diameter 3 inci sepanjang 37,4 meter. Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan debit aliran air total untuk ketiga hydrant sebesar 0,057 m³/s (903 GPM). Head total pompa yang harus dipenuhi adalah sebesar 78 m dan daya pompa sebesar 55 kW.

Kata kunci : Gardu Induk, kebakaran, system Fire Fighting, sistem Hydrant, Pompa Hydrant, NFPH.

Abstract

The importance of fire extinguishers at a substation both on the Switchyard side and inside the control building because the equipment in it is very risky to experience fire. The main purpose of this study is to determine the diameter of the pipe that should be used based on the provisions of NFPH can be calculated and determine what pump capacity should be used in the Hydrant system. The results of the study found that the installation of existing pipes entirely uses a diameter of 2.5 inches, but after calculations, the required pipe diameters are 6 inches diameter of 2.5 meters, pipes with a diameter of 4 inches along 27.1 meters and 3-inch diameter pipes along 37.4 meters. Based on the calculation results, the total water flow discharge for the three hydrants was 0.057 m³/s (903 GPM). The total head of the pump that must be met is 78 m and the pump power is 55 kW.

Keywords : Substation, fire, Fire Fighting system, Hydrant system, Hydrant Pump, NFPH.

1. PENDAHULUAN

Gardu Induk (GI) merupakan suatu system ketenagalistrikan yang berfungsi mentransformasikan daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan menengah atau sebaliknya dari tegangan menengah ke tegangan tinggi. Dalam pengoperasiannya, aperator harus selalu memantau keadaan baik di sisi *Switchyard* maupun di dalam gedung control karena peralatan di

dalamnya sangat riskan mengalami kebakaran[1]. Maka dari itu untuk penanggulangan kebakaran, setiap Gardu Induk secara teknis harus memiliki *system Fire Fighting (hydrant)* dengan air yang cukup, selain sistem *Hydrant*, tersedia juga alat pemadam api ringan (Apar)[2].

Api merupakan sahabat manusia yang dapat meringankan beban kita, banyak mamfaat api salah satunya adalah sering digunakan untuk memasak, peleburan besi/baja, menghangatkan ruangan dan lain-lain. Namun dibalik itu semua, api juga merupakan salah satu energi yang dapat membahayakan jika tidak dikontrol dan diawasi, jika api yang ditimbul sudah di luar rencana dan kehendak manusia maka dapat disebut sebagai suatu kebakaran[3].

Instalasi hydrant kebakaran adalah suatu sistem pemadam kebakaran tetap yang menggunakan media pemadam air bertekanan yang dialirkan melalui pipa-pipa dan slang kebakaran. Sistem ini terdiri dari sistem persediaan air, pompa, perpipaan, serta selang dan nozzle.

Pompa hydrant berfungsi untuk memindahkan air dari bak penampungan (reservoir) ke ujung pengeluaran (pipa pemancar / nozzle).. Pada instalasi pompa, jenis pompa yang banyak digunakan adalah pompa jenis putar (sentrifugal)[4].

Ada dua macam hydrant box, yaitu hydrant box indoor dan hydrant box outdoor. Sesuai dengan namanya, hydrant box indoor adalah sebuah kotak hydrant yang dipasang di dalam gedung atau ruangan sehingga jika terjadi kebakaran di dalam ruangan maka alat ini siap digunakan. Sedangkan hydrant box outdoor adalah kotak hydrant yang dipasang di luar gedung atau ruangan[5][6].

Persamaan energi dihasilkan dari penerapan prinsip kekekalan energi pada aliran fluida. Energi yang dimiliki oleh suatu fluida yang mengalir terdiri dari energy dalam dan energi - energi akibat tekanan, kecepatan, dan kedudukan (ketinggian) dalam arah alir.

Head total pompa harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti yang direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi sistem yang akan dilayani pompa. Dalam menentukan Head Total Pompa maka perlu dilakukan perhitungan terhadap Head loss mayor, Head loss minor, Head statik, Head Tekan, Head Kecepatan, dan Head loss total[7].

Dalam menentukan pompa dapat dilakukan dengan cara mengetahui kebutuhan air dan menghitung total head pompa yaitu head yang terjadi dari berbagai kerugian head seperti pada gesekan di dalam pipa, belokan pipa, katup, dan sebagainya. Untuk menentukan jenis pompa yang akan digunakan, dapat menggunakan diagram pemilihan pompa umum atau menggunakan tabel spesifikasi pompa khusus yang dikeluarkan oleh perusahaan pompa.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Studi Literatur

Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi terkait seluruh data tentang system fire fighting yang dapat diambil dari literatur dan digunakan sebagai referensi. Data awal yang telah diperoleh antara lain:

1. Data Kontrak Pekerjaan
2. Data approval drawing
3. Data saat pelaksanaan pekerjaan
4. Data pada saat selesai pekerjaan
5. Data hasil pengujian awal.

2.2 Pelaksanaan Analisis

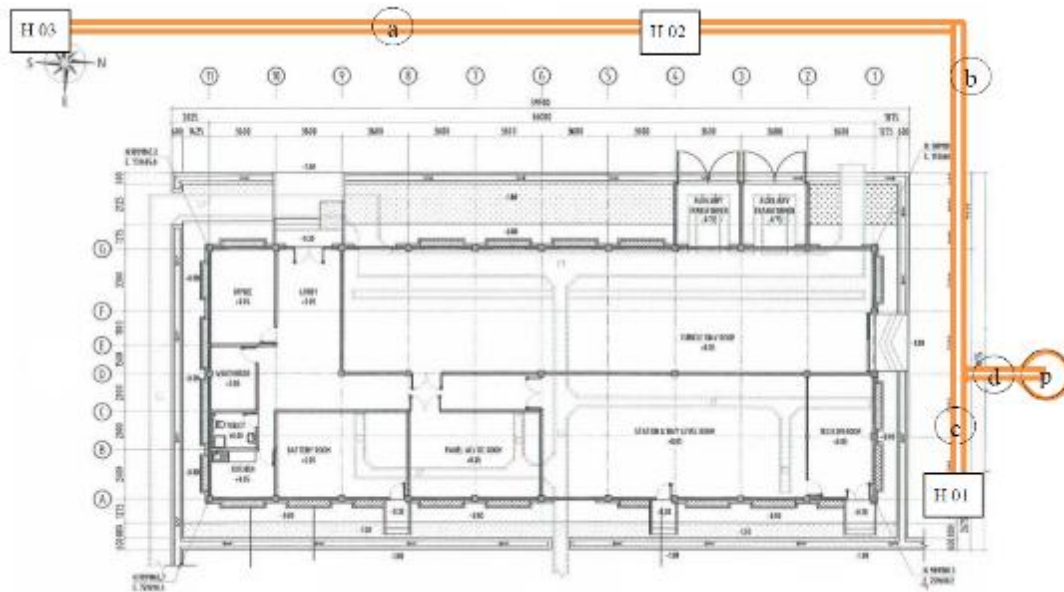
Dalam pelaksanaan analisis perancangan ulang pompa hydrant ini penulis menerapkan beberapa metode pelaksanaan penelitian, yaitu:

2.2.1 Permohonan Izin

Permohonan izin ditujukan kepada pihak-pihak terkait dalam hal ini kepada Manager PLN yang berwenang dengan tujuan untuk permohonan ijin melakukan penelitian dan pengambilan data-data yang dibutuhkan.

2.2.2 Pengumpulan data dan informasi

a. Data Gedung



Gambar 1. Denah/layout gedung Control GI Aimas

- Nama Gedung : Gedung Control Gardu Induk Aimas
 - Lokasi : Jalan Intipura Pariwisata, Kelurahan Aimas, Distrik Aimas, Kab. Sorong Papua Barat
 - Jumlah lantai gedung 1 lantai
 - Tinggi gedung : 8 meter
 - Panjang Gedung : 36 meter
 - Lebar Gedung : 18 meter
 - Luas atap : 720 m²
- b. Data Instalasi dan pompa
- Jenis cairan : Air
 - Massa jenis cairan : 1 kg/liter
 - Temperatur cairan : 25°C
 - Kapasitas Pompa Existing : 6-8 Bar
 - Panjang pipa rangkaian : 51 Meter
 - Jumlah Hydrant Box : 3 Buah



Gambar 2. Pompa Hydrant GI Aimas dan Name Plate Pompa

Tabel 1. Spesifikasi pomp

		VE1500A-Ti
Engine	Type	2-Cycle
	Number of Cylinder	2 Cylinder
	Cooling System	Suction Water Cooled
	Bore x Stroke	81 x 78 mm (3.19 x 3.07 inch)
	Piston displacement	804 cc (49.0 cu in)
	Output	44 kW (60 PS)
	Fuel Type	Unleaded Gasoline (Min. 87 Octane)
	Fuel Tank Capacity	24 Lit (6.34 gal)
	Fuel Consumption	22 Lit / Hr (5.81 gal / Hr)
	Fuel System	Electronic Fuel Injection
Suction	Starting	—
	Suction System	4 Blade Rotary-vane vacuum pump (Oilless-type)
	Priming System	Auto Priming
Pump	Pump Type	Single Suction, Single Stage centrifugal pump
	Suction Thread and Dia.	BSP 4" (100mm)
	Discharge Thread and Dia.	BSP 2-1/2" (65mm)
	Discharge Number	Twin
	Discharge Valve	Flat valve
	Weight	Dry Weight Wet Weight
Dimension(mm)	Overall Length x Width x Height	748 x 732 x 827
Remote Control Panel	Number of Panel (Maximum)	Triplet panel installation
	Length of cable for panel	3m for main wire harness, 5m/16m for assist wire harness

NOTE JIS: Japanese Industrial Standard Thread BSP: British Standard Pipe Thread Wet Weight: Ready for Operation

c. Data Kontrak Pekerjaan

Berdasarkan data kontrak (Bill of Quantity) Pekerjaan Pembangunan Gardu Induk 150 kV Aimas antara PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Papua dengan PT. Indokomas Buana Perkasa terhadap pekerjaan Fire Fighting Equipment dimana untuk Pompa Fire Fighting tidak dijelaskan secara detail terkait kapasitas pompa yang digunakan.

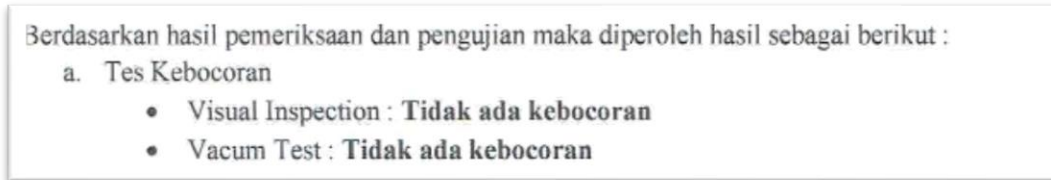
Tabel 2. Data Bill of Quantity kontrak

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY
1	2	3	4

XII	FIRE FIGHTING EQUIPMENT		
1	Portable fire extinguisher type dry chemical (5 kg halon)	No	4.00
2	Mobile unit powder fire-extinguisher (50 kg halon)	No	1.00
3	Portable type 6 kg CO2 c/w wall bracket	No	-
4	Hydrant and accessories included installation of pipe		
	a. Portable Pump for Fire Hidrant complete	unit	1.00
	- Portable Fire pump = 1 unit		
	- Batang suction 2.5" = 1 unit		
	- Roll fire hose 2.5" x 20' = 1 unit		
	- House nozzle 2.5" = 1 unit		
	- Tool kit = 1 unit		
	b. Hydrant Box Type C (Out Door) Size : 95 x 66 x 20 cm	unit	3.00
	- Roll fire hose with machino coupling size 2.5" x 30' = 1 roll		
	- Branchpipe with straight tip nozzle, Size : 2.5" = 1 unit		
	- Hose Rack 24 Comb, Size : 2.5" = 1 unit		
	c. Gate valve dia 2.5" kltz + Control box (for Pipe Distribusi Hidrant)	pieces	3.00
	d. Installation pipe dia 2.5" (from pump to fire hydrant include fitting & valve)	m'	120.00
	e. Innderground Water tank and jet pump included installation of pipe	set	1.00

d. Data Hasil Pengujian

Dari hasil uji vakum yang dilakukan selama 24 jam, jika tidak terjadi kebocoran maka selanjutnya dapat dilaksanakan uji unjuk kerja system hidran tersebut.



Gambar 3. Capture Berita Acara Pengujian (Tes Kebocoran)

Berdasarkan hasil pengujian oleh Pengawas Dinas Transmigrasi dan Tenaga Kerja Provinsi Papua Barat (Korwil Sorong Raya) pada tanggal 19 Agustus 2020 terhadap system Fire Hydrant dijelaskan bahwa Kemampuan Mesin Pompa hanya mampu mendukung 2 (dua) Hydrant Pemadam dan 2 (dua) Selang Nozzle dalam waktu bersamaan. Adapun jarak semprotan yang dihasilkan sebagai berikut :



Gambar 4. Capture Berita Acara Pengujian (Tes Tekanan)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam analisis perancangan ulang pompa, maka perlu dilakukan perhitungan-perhitungan, yang pertama adalah penentuan diameter pipa berdasarkan ketentuan debit air per hydrant sesuai keputusan Menteri PU No. 2/KPT6/1985 dan rumus kecepatan aliran air maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil perhitungan diameter pipa

Jumlah Hydrant	Q (Laju Aliran air) (m ³ /s)	D didapat (mm)	D diambil (mm)	D diambil (inci)
2	0,019	89	75	3
1	0,038	127	100	4
3	0,057	155	150	6

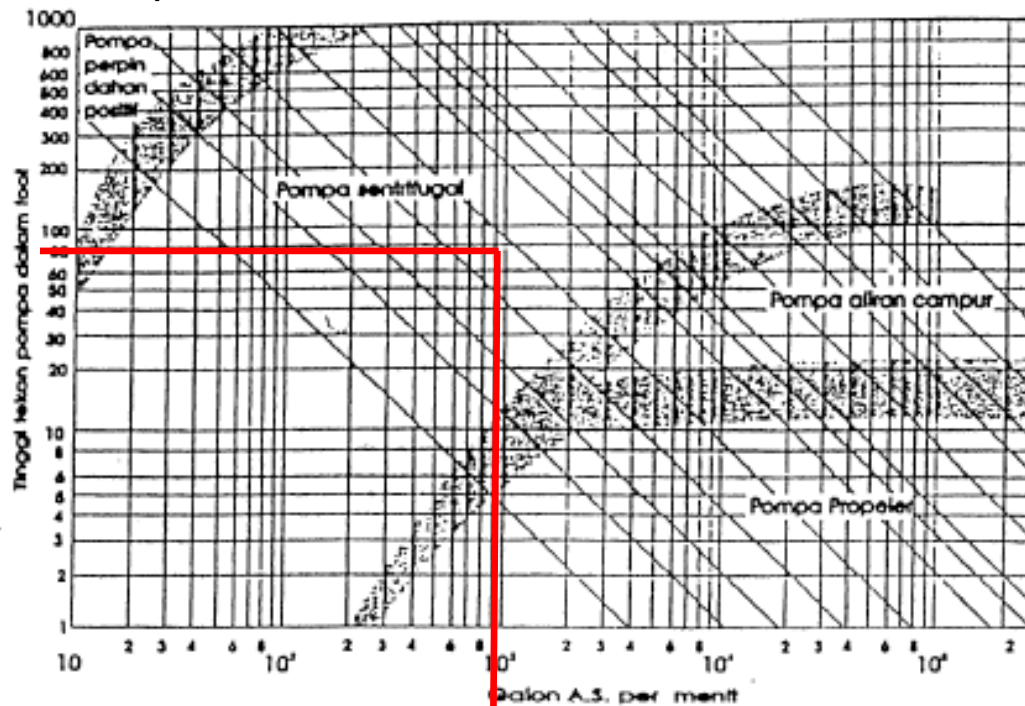
Selanjutnya perhitungan kerugian Head Pipa Tekan yaitu head untuk mengatasi kerugian kerugian yang terjadi di dalam pipa, seperti kerugian yang ditimbulkan oleh penyempitan aliran air (reducer), kerugian belokan, katup, sambungan / percabangan dan kerugian gesekan akibat aliran air di dalam pipa. Dari perhitungan tersebut didapatkan kerugian head tekan sebesar 20,484 m. Selain itu, dilakukan juga perhitungan kerugian Head Pipa Hisap yaitu kerugian akibat belokan, katup, sambungan / percabangan (he) dan kerugian gesekan dari aliran dalam pipa (hf), dimana didapatkan kerugian sebesar 5,471 m.

Total kerugian tersebut diatas selanjutnya digunakan untuk menghitung head total pompa dengan menggunakan persamaan Bernoulli, sehingga didapatkan sebesar 78 m. Dengan persamaan Bernoulli juga dapat dihitung untuk penentuan tekanan dimana didapatkan adalah sebesar $6,1 \times 10^5$ N/m².

Dalam penentuan kapasitas pompa yang digunakan untuk instalasi pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran, debit aliran air total dapat ditentukan berdasarkan jumlah

hydrant yang akan digunakan, pada intalasi hydrant Gedung Kontrol Gardu Induk Aimas, terdapat 3 hydrant pemadam yang harus dapat beroperasi secara bersamaan sehingga :

$$Q = 0,019 \times 3 \text{ (hydrant)} = 0,057 \text{ m}^3/\text{s} = 903 \text{ GPM}$$



Gambar 5. Pemilihan Jenis Pompa

Untuk mendapatkan efisiensi pompa, dalam penelitian ini digunakan persamaan menurut efisiensi Rankine (Michael and Kheepar,1997). Dari persamaan tersebut didapatkan efisiensi pompa sebesar 72,5%. Maka dalam menghitung besar daya yang sebaiknya digunakan adalah 55 KW berdasarkan perhitungan dengan rumus dari Giles-Soemitro.1986

4. KESIMPULAN

Pada perhitungan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan Kontrak Pembangunan Gardu Induk 150 kV Aimas, dapat diketahui bahwa data perencanaan peralatan telah tertuang di dalam kontrak Pekerjaan Pembangunan GI Aimas 150 kV dimana data engineering dan Aproval Drawing untuk sistem Fire Fighting sudah lengkap sesuai tabel 4.2. Data Bill Of Quantity Kontrak.
2. Hasil pemeriksaan awal di lapangan diperoleh data intalasi dan peralatan dimana data-data yang diperoleh antara lain data gedung, data instalasi rangkaian peralatan, dan data spesifikasi pompa. Data-data tersebut sangat penting pada tahap awal perencanaan.
3. Berdasarkan hasil pengujian terhadap system fire hydrant dijelaskan bahwa Kemampuan Mesin Pompa hanya mampu mendukung 2 (dua) Hydrant Pemadam dan 2 (dua) Selang Nozzle dalam waktu bersamaan.
4. Hasil pengecekan terkait kondisi peralatan eksisting didapatkan bahwa tidak ada kebocoran yang terjadi baik secara visual maupun tes vakum.
5. Instalasi pipa existing seluruhnya menggunakan diameter 2,5 inci, namun setelah dilakukan perhitungan maka diameter pipa yang dibutuhkan yaitu diameter 6 inci

-
- sepanjang 2,5 meter, pipa dengan diameter 4 inci sepanjang 27,1 meter dan pipa diameter 3 inci sepanjang 37,4 meter.
6. Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan debit aliran air total untuk ketiga hydrant sebesar 0,057 m³/s (903 GPM). Head total pompa yang harus dipenuhi adalah sebesar 78 m dan daya pompa sebesar 55 kW.

5. SARAN

Dalam penentuan suatu kontrak pekerjaan (BOQ) khususnya instalasi Hydrant, harusnya ada perhitungan-perhitungan yang sesuai standar yang telah ditetapkan NFPA. Sebaiknya dilakukan penggantian terhadap rangkaian pipa dimana diameter pipa existing seluruhnya menggunakan diameter 2,5 inci, diganti menjadi pipa dengan diameter 6 inci sepanjang 2,5 meter, pipa dengan diameter 4 inci sepanjang 27,1 meter dan pipa diameter 3 inci sepanjang 37,4 meter. Pompa yang eksisting dengan merk Tohatsu V20FS dengan performa maksimum 8 bar (debit 520 L/min dan daya sebesar 8.6 KW) sebaiknya dilakukan penggantian pompa dengan spesifikasi berdasarkan hasil perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Depnaker, 1987. Himpunan Peraturan Perundang-undangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta : Depnaker RI.
- [2] Giles, R. 1986. Mekanika Fluida Dan Hidrolika. Alaih Bahasa: Ir. Herman Widodo Soemitro. Jakarta : Erlangga.
- [3] I Made, W. P., Made, S., I Gusti, K. S., 2019. Rancang Ulang Instalasi Fire Hydrant Di Hotel The Oberoi Bali. Program Studi Teknik Mesin. Universitas Udayana. Bali.
- [4] Karasik, Igor J., William C. Krutzsc, Warren H. Frase, Joseph Messina. Pump Handbook, 3rd edition, Mc Graw Hill, Amerika Serikat, 2001.
- [5] Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/KPT6/1985 tentang Ketentuan Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran Pada Bangunan Gedung. Jakarta, Indonesia.
- [6] NFPA 20, "Installation of Stationary Pumps for Fire Protection", 2007 Edition
- [7] Nurul, F., 2018. Perancangan Sistem Fire Hydrant Sebagai tindak Darurat Kebakaran Pada Bangunan Gedung (Studi Kasus Bangunan Gedung Kampus Universitas Jember). Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Jember. Jember.
- [8] Panduan Sistem Hidran untuk Pencegah Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung", Departemen Pekerjaan Umum, 1987
- [9] Pemerintah Daerah DKI Jakarta. 1992. Peraturan Daerah DKI Jakarta Nomor 3 Tahun 1992 Tentang Penanggulangan Bahaya Kebakaran Dalam Wilayah DKI Jakarta. Sekretariat Wilayah/Daerah Biro Hukum. Jakarta.
- [10] Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.Per-02/Men/1980 tentang Pemeriksaan Kesehatan Tenaga Kerja Dalam Penyelenggaraan Keselamatan Kerja. Jakarta, Indonesia.
- [11] Raswari. 1986. Teknologi Dan Perencanaan Perpipaian. Cetakan ketiga. Jakarta: UI press.
- [12] Ridwan, A., Setiyono. 2014. Perencanaan Sistem Pemadam Kebakaran Pada Gedung Perkantoran X 24 Lantai Dengan Luas Bangunan 1225 M2. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Pancasila. Jakarta.
-