

Perhitungan Neraca Panas dan Neraca Massa pada Proses Produksi Pelumas di PT. X di Tambun Bekasi

Shelly Indah Agustina*¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya;

Jl. Perjuangan, Bekasi Utara, Indonesia

e-mail: *agustinashevilly.00@gmail.com

Abstract

The author has done practical work at PT. X Tambun Bekasi which handles the lubricant production process. Lubricants are an integral part of engine protection. Lubricants function to prevent friction between two metal surfaces, and have vibration dampening properties. The manufacture of lubricants at PT.X has a reaction system that can be calculated and runs ideally, presented in the calculation of the mass and heat balance. Therefore, the purpose of this research is to calculate the heat and mass balance in PT.X. The research method used is to collect data while the author is doing practical work, and a simple analysis is carried out. The results obtained are the calculation of the heat balance and mass balance obtained in the process of mixing the production of this lubricant, there is no reduction in the material that occurs, the mass of material entering 1000 kg is the same as the mass of material leaving 1000 kg. The results of the calculation of the heat energy balance required and released are the same, namely 41000 J/hour, then the amount of steam needed to heat up to a temperature of 70 °C is 0.0172 kg/J.

Keywords : *Lubricants, Heat Balance, and Mass Balance*

Abstrak

Penulis telah melakukan kerja praktek di PT. X Tambun Bekasi yang menangani tentang proses produksi pelumas. Pelumas adalah bagian yang tak terpisahkan dalam perlindungan mesin. Pelumas berfungsi untuk mencegah terjadinya gesekan antara dua permukaan logam, dan memiliki sifat peredam getaran. Pembuatan pelumas di PT.X memiliki sistem reaksi yang dapat diperhitungkan dan berjalan ideal, disajikan dalam perhitungan neraca massa dan panas. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah menghitung neraca panas dan massa di PT.X. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan pengumpulan data selama penulis melakukan kerja praktek, dan dilakukan analisis sederhana. Hasil yang didapat adalah perhitungan neraca panas dan neraca masa yang diperoleh pada proses mixing produksi pelumas ini tidak ada pengurangan bahan yang terjadi massa bahan yang masuk 1000 kg sama dengan massa bahan yang keluar 1000 kg. Hasil perhitungan neraca energi kalor yang dibutuhkan dan dilepaskan adalah sama yaitu 41000 J/jam, kemudian jumlah uap yang dibutuhkan untuk memanaskan sampai suhu 70°C sebesar 0,0172 kg/J.

Kata Kunci: Pelumas, Neraca Panas, dan Neraca Massa

PENDAHULUAN

Di era globalisasi ini persaingan akan semakin ketat termasuk di Indonesia, begitu juga untuk para industri yang dituntut untuk dapat bersaing. Semua perusahaan harus mempersiapkan diri untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang terjamin. Seiring dengan tuntutan tersebut, maka perusahaan perlu menetapkan sasaran mutu pada departemen dan unit operasi agar dapat mencapai hal yang diinginkan. Perusahaan akan melaksanakan dan meninjau kembali sistem secara berkesinambungan, sistematis serta efektivitasnya sesuai dengan perkembangannya persyaratan pasar dan kemampuan teknologi. Dalam hal ini, penulis telah melakukan kerja praktek di PT. X Tambun Bekasi yang menangani tentang proses produksi pelumas. Pelumas merupakan bagian yang tak terpisahkan yang dibutuhkan mesin untuk melindungi komponen-komponen mesin dari keausan. Pelumas merupakan fraksi hasil destilasi minyak bumi yang memiliki suhu 105°C-135°C. Kerja pelumas adalah memberi separasi antar elemen mesin, sehingga tidak terjadi kontak. Ketebalan lapisan film yang diberikan oleh pelumas pada daerah kontak adalah sekitar 0,1-1,0 um dengan demikian tidak terjadi keausan pada masing masing elemen (Darmanto, 2011). Prinsip dasar dari pelumas adalah

mencegah terjadinya *solid friction* atau gesekan antara dua permukaan logam, dan memiliki sifat pendingin dan peredam getaran yang dapat membawa ataupun mengangkat kotoran pada peralatan motor (Lim *et al.*, 2017 dan B.Buhshan, 2001). Penggunaan pelumas juga bergantung kepada sistem kerja standar harian, dengan contoh penggunaan pelumas semi synthetic dapat digunakan pada perputaran mesin yang lebih berat, sedangkan pelumas yang full synthetic dapat digunakan pada putaran mesin yang tinggi dan ekstrim seperti mortar balap (Antoniuswijaya, 2008). Penentuan pelumas ini dapat didasarkan pada suhu mesin, jika suhu mesin yang cenderung tinggi, maka kekentalan pelumas cenderung turun dan pelumas juga akan mengalami pemuaian volume, begitu pula sebaliknya bila suhu mesin rendah maka kekentalan pelumas akan cenderung meningkat, dan pelumas akan mengalami penyusutan volume (Taufik, 2011).

Penggunaan pelumas juga membuat gerakan dari masing-masing logam dapat berjalan lancar tanpa banyak energi yang terbuang. Selain dari sifat utama pelumas sebagai pelindung mesin dari keausan, pelumas juga dituntut untuk memiliki berbagai sifat unggul lainnya seperti, pour point yang rendah, volatilitas rendah, stabil terhadap panas dan oksidasi, serta indeks viskositas yang tinggi. Pelumas berkualitas rendah bila digunakan, mesin akan menjadi mudah rusak atau terdekomposisi, sehingga akan berkurang atau bahkan hilang daya lumasnya. Menurut Darmanto, 2011 pelumas adalah zat kimia, cairan, yang diberikan dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Pelumas memiliki fungsi diantaranya adalah mengurangi keausan, mengurangi gesekan, mencegah karat, mengontrol kontaminasi, mengatur suhu, menyalurkan tenaga.

Klasifikasi fungsi pelumas terbagi menjadi dua yaitu *Engine oil* dan *Industrial oil*. *Engine oil* adalah pelumas otomotif yang diaplikasikan pada kendaraan (etsworlds.id, 2019). Istilah-istilah dalam *engine oil* biasanya dikenal dengan istilah SAE (Society Of Automotive Engineers), API (American Petroleum Institute), dan JASO (Japan Automobile Standard Organization). SAE adalah sebuah kode standar internasional untuk identifikasi kekentalan pelumas, API (American Petroleum Institute) yaitu sebuah kode standar amerika untuk menentukan kualitas pelumas, JASO (Japan Automobile Standard Organization) yaitu sebuah standar jepang untuk menunjukkan pelumas digunakan untuk motor manual atau matic. Sedangkan multigrade untuk pelumas yang bisa dipakai di 2 kondisi cuaca. Industri-industri pelumas yang ada di Indoensia biasanya menggunakan leboh dari satu standar, dan yang paling sering digunakan adalah SAE. PT X memproduksi pelumas monograde dan multigrade. *Industrial oil* adalah pelumas industri yang diaplikasikan pada mesin industri (etsworlds.id, 2019). Istilah dalam *industrial oil* biasanya dikenal dengan istilah ISO VG (Internasional Standards Organization Viscosity Grade). *Industrial oil* dibedakan berdasarkan perbedaan kekentalan. Semakin tinggi angka dibelakang ISO VG maka kekentalan pelumas tersebut semakin tinggi. Contoh pelumas ISO VG 32, ISO VG 46, ISO VG 68, ISO VG 100, ISO VG 150, dan lain sebagainya.

Bahan baku utama pelumas adalah *base oil*. *Base oil* diperoleh dari proses destilasi minyak bumi. Komposisi yang digunakan di dalam kandungan pelumas sebesar 80-90%. Klasifikasi base oil dibedakan berdasarkan jenisnya ada kelompok mineral, semi sintetik, sintetik, *polyalphaolefin*, dan ester (Spec.co.id, 2022). Selain *base oil*, bahan *additive* juga diperlukan dalam pembuatan pelumas. Fungsi dari additive yaitu untuk meningkatkan performance pelumas sesuai dengan kebutuhan. Klasifikasi *additive* dibedakan berdasarkan fungsinya yaitu anti foam (untuk mencegah terbentuknya busa pada pelumas), anti korosi (untuk mencegah terjadinya karat pada bagian logam yang berhubungan dengan pelumas), anti-wear (untuk mencegah gesekan gesekan dan keausan pada permukaan mesin), anti oksidan (untuk mencegah terjadinya proses oksidasi pada molekul pelumas), detergen (untuk menjaga permukaan logam bebas kotoran), dispersant (untuk mengendalikan dan membawa kotoran agar terdispersi merata dalam pelumas), friction modifier (meningkatkan tingkat kelicinan film pada pelumas), viscosity improver (untuk menjaga kekentalan oli pada suhu rendah maupun tinggi), dan pour point dispersant (untuk menjadikan pelumas tetap mudah mengalir pada suhu rendah). Additive ditambahkan pada proses pencampuran (Spec.co.id, 2022). Berdasarkan latar belakang tersebut kualitas pelumas perlu diperhatikan sehingga penggunaan pelumas yang tidak memenuhi kualitas yang disyaratkan dapat dihindari. Selain itu, informasi kualitas pelumas yang akurat dan obyektif juga harus sesuai dan tertera di dalam kemasan yang telah beredar dipasaran. Kualitas pelumas juga ditentukan dari kondisi maupun proses pabriknya yaitu mulai dari sistem reaksi bahan baku hingga konversi menjadi produk jadi.

Cara pembuatan Pelumas di PT. X terdiri atas tiga tahap yaitu weighing, mixing, packing. Proses *weighing* adalah proses penimbangan bahan baku yaitu base oil dan additive. Proses *mixing* adalah proses pencampuran bahan baku hingga homogen. Metode mixing yang digunakan adalah blending dengan alat mixer yang dilakukan di tangki *blending*. Terakhir adalah proses *packing* adalah proses pengemasan produk jadi berupa drum (untuk kapasitas 200 Kg), bulk (untuk kapasitas 1800 Kg), pail (untuk kapasitas 20 Kg dan 5kg), maupun botol (untuk kapasitas 1 Kg). Keseluruhan proses pembuatan pelumas di PT.X memiliki sistem reaksi yang dapat diperhitungkan. Sistem reaksi dalam proses yang berjalan ideal dapat disajikan dalam perhitungan neraca massa dan neraca panas. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah menghitung neraca panas dan neraca massa PT.X.

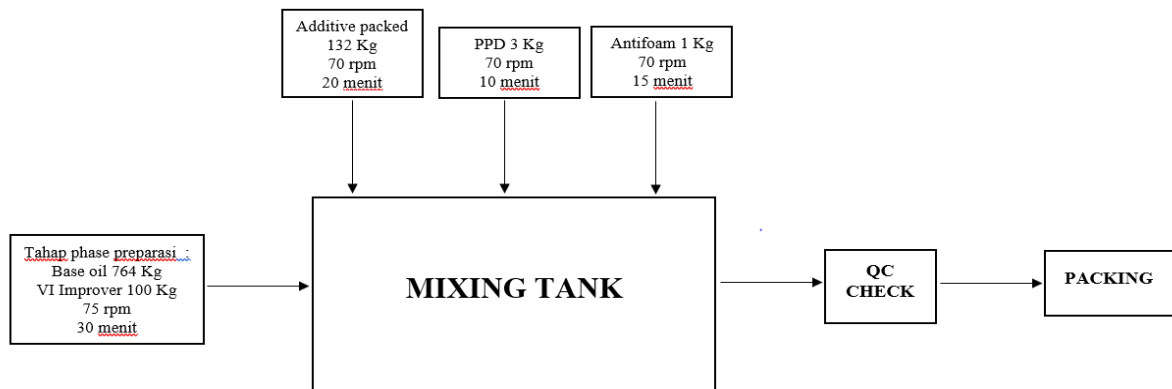
METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan oleh penulis selama melakukan kerja praktek di PT. X Tambun Bekasi. Penulis mengumpulkan data harian selama satu setengah bulang, terhitung sejak tanggal 14 maret 2022 sampai dengan 30 april 2022. Kerja Praktek dijadwalkan setiap hari senin sampai sabtu. Berdasarkan data yang diperoleh dilakukan pengolahan data dengan melakukan perhitungan neraca masa dan neraca panas melalui persamaan (1) dan (2).

- (1) Rumus Neraca Massa
 $Massa\ Masuk = Massa\ Keluar \dots\dots\dots(1)$
- (2) Rumus Neraca Panas atau Energi
 $Panas\ Masuk = Panas\ Keluar \dots\dots\dots(2)$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan selama melakukan pratek kerja di PT. X Tambun Bekasi, berikut adalah hasil dari Block Diagram Neraca Massa dan Neraca Energi di PT. X Tambun Bekas yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Block Diagram Neraca Massa dan Energi PT. X Tambun Bekasi

Neraca massa dan neraca energi dihitung dengan mengetahui komposisi pelumas dan blok diagramnya. Berikut adalah tabel komposisi pelumas di PT.X Tambun Bekasi yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi pelumas dan massa di PT.X Tambun Bekasi

No	RM (Raw Material)	Bobot	Satuan	Tahapan Proses
1	Base oil	764	Kg	Phase preparasi
2	VI Improver	132	Kg	
3	Additive packed	100	Kg	Conditioning dan
4	PPD	3	Kg	Phase pencampuran
5	Antifoam	1	Kg	

Perhitungan Neraca Massa

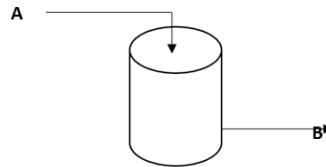
Neraca Massa adalah perhitungan dari semua bahan – bahan yang masuk, yang terakumulasi, dan yang keluar dalam waktu tertentu. Pada proses pembuatan pelumas, terdapat dua tahapan, yaitu tahapan phase preparasi, dan tahapan phase pencampuran. Pada tahapan phase preparasi dilakukan

pencampuran bahan sebelum dialirkan menuju tangki utama yaitu mixing tank. Tahap phase preparasi ini tidak ada massa yang keluar sehingga neraca massa:

$$M_{masuk} = M_{keluar}$$

Tahap phase preparasi

Pada tahap ini, akan dilakukan proses pencampuran secara terpisah terlebih dahulu di tangki khusus sebelum diproses ke tahap phase pencampuran dalam mixing tank yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Neraca massa phase preparasi

Dari gambar di atas dapat dihitung neraca massa pada tahap preparasi, ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Neraca massa phase preparasi

No.	KOMPONEN	Bobot	satuan	Tahapan Proses
1	Base oil	764	kg	Phase preparasi
2	VI Improver	100	kg	
Total		864 kg		

Tahap phase pencampuran

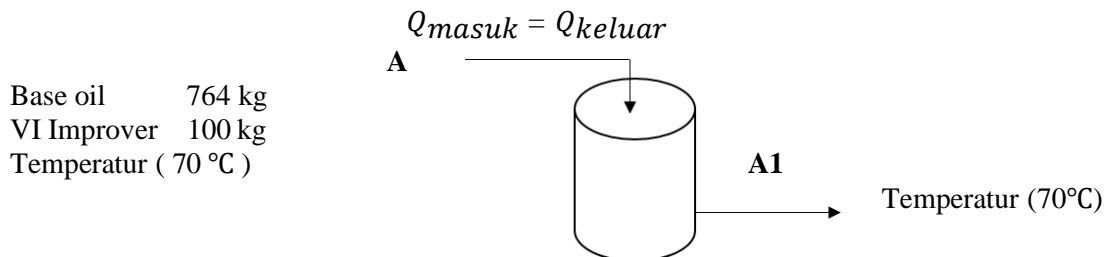
Pada tahap phase pencampuran, semua tahap phase pencampuran bahan-bahan yang terdapat pada tahap phase preparasi dicampur menjadi satu dengan bahan-bahan lainnya. Berikut neraca massa pada tahap phase campuran yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Neraca massa phase pencampuran

Masuk			Keluar	
No.	Komponen	Bobot	Komponen	Bobot
1	Phase preparasi	864 kg	Phase preparasi	864 kg
2	Additive packed	132 kg	Additive packed	132 kg
3	PPD	3 kg	PPD	3 kg
4	Antifoam	1 kg	Antifoam	1 kg
Total		1000 kg	Total	1000 kg

Perhitungan Neraca Energi

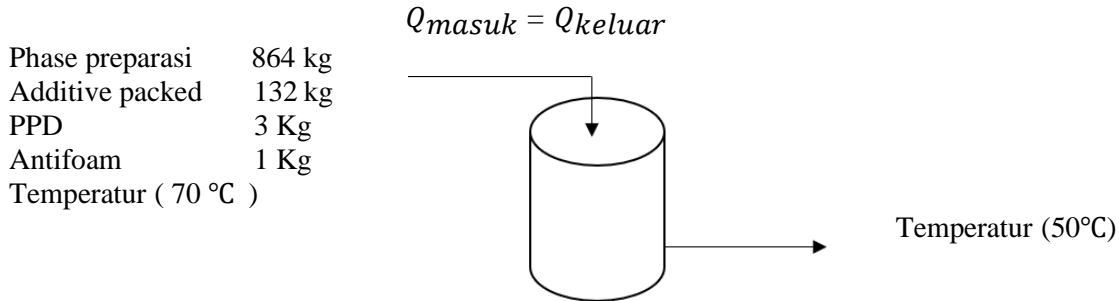
Neraca energi merupakan persamaan matematis yang menyatakan hubungan antara energi masuk dengan energi keluar suatu system berdasarkan pada satuan waktu operasi (Wuryanti, 2016). Pada pembuatan pelumas, terdapat dua tahapan yaitu tahap phase preparasi, dan tahap phase pencampuran. Tahap phase preparasi Pada tahapan ini, menghitung neraca energi pada tahap preparasi yang dimana pada tahap tersebut setelah raw material ditambahkan, aduk hingga homogen pada kecepatan 75 rpm selama 30 menit dengan temperatur 70°C. Dalam proses pencampuran tidak terdapat perubahan temperature, karena tidak ada energi yang dikonsumsi atau digunakan, maka ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Neraca Energi phase preparasi

Tahap phase pencampuran

Selanjutnya adalah menghitung neraca energi pada tahap pencampuran yang dimana pada tahap tersebut setelah raw material ditambahkan, aduk hingga homogen pada kecepatan 70 rpm selama 45 menit dengan temperatur 70°C. Dalam proses pencampuran terdapat perubahan temperature. Karena tidak ada energi yang dikonsumsi atau digunakan, maka ditunjukkan pada Gambar 4 dan Tabel 4.



Gambar 4 Neraca Energi phase pencampuran

$Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T$ dengan Cp: 2.05 J/°C

Tabel 4 Neraca energi phase percampuran

Masuk		Keluar	
Komponen	Bobot	Q (J/jam)	Q (J/jam)
Tahap preparasi	864	35424	
Additive packed	132	5412	
PPD	3	123	
Antifoam	1	41	
Total		41000 J/jam	41000 J/jam

Menghitung massa steam (uap) yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Superheated steam adalah panas yang diserap oleh mixer.

Suhu pada saat memasukkan bahan baku diasumsikan = 25°C

Suhu pemanasan = 70°C

Maka, *superheated steam* = 95°C

Panas masuk = Panas Keluar = 41000 J/jam

Superheated steam pada 1 atm, 95°C (H) = 2676.0 kJ/kg

Saturated steam pada 1 atm, 70°C (Hv) = 2626,9 kJ/kg

Saturated steam pada 1 atm, 70°C (Hi) = 293,0 kJ/kg

Sumber : (JM Smith, 2005)

$$\mu = [H_{95^\circ\text{C}} - H_v] + [H_v - H_i]$$

$$\mu = [2676.0 - 2626,9] + [2626,9 - 293,0]$$

$$\mu = 2383 \text{ KJ/ Kg}$$

$$= 2383 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$$

Jumlah steam yang dibutuhkan :

$$M = \frac{Q}{\mu} = \frac{41000 \text{ J/jam}}{2383 \cdot 10^3 \text{ J/kg}} = 0,0172 \text{ Kg/J}$$

Jadi jumlah steam yang dibutuhkan untuk memanaskan pada main kettle (mixer) adalah 0,0172 Kg/ J.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan neraca panas dan neraca masa yang diperoleh pada proses mixing produksi pelumas ini tidak ada pengurangan bahan yang terjadi massa bahan yang masuk sama dengan massa bahan yang keluar dimana hasil yang diperoleh adalah massa bahan yang masuk 1000 kg, massa produk pelumas yang dihasilkan sebesar 1000 kg, berdasarkan hasil perhitungan neraca energi kalor yang dibutuhkan untuk memproduksi pelumas sebesar 41000 J/jam dan melepaskan kalor dengan

jumlah yang sama, kemudian jumlah uap yang dibutuhkan untuk memanaskan sampai suhu 70°C sebesar 0,0172 kg/J.

Saran yang ingin disampaikan penulis yaitu berhati-hatilah dalam memasukkan raw material agar produk yang dihasilkan masih dalam range standar, perlu adanya jadwal monitoring pengecekan alat dan utilitas sehingga jika ada yang tidak berfungsi segera ditindaklanjuti, dan perlu adanya cooler untuk menurunkan suhu hasil produksi untuk pengemasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT.X Tambun Bekasi yang telah memperbolehkan penulis untuk melakukan penambahan ilmu dalam bentuk kerja praktek, dan tentunya penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Kimia Universitas Bhayangkara selaku tempat penulis menuntut ilmu hingga saat ini. Besar harapan, ilmu yang didapat penulis selama proses pembelajaran baik di kampus maupun di tempat kerja praktek dapat bermanfaat bagi para pembaca jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akrom, D. (2009). *Lub oil: Minyak Pelumas*. Jakarta: Power plant.
- Antoniuswijaya. (2008). *Jenis-Jenis Oli: Pengujian Pelumas Kendaraan*. Jurnal Teknik Mesin: Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra.
- B.Bhushan. (2001). *Modern Tribology Handbook: Principles of Tribology*. CRC Press.
- Darmanto. (2011). *Mengenal Pelumas Pada Mesin: Jurnal Momentum. (Vol.7, hal. 5-10)*. Semarang, Fakultas Teknik Universitas: Wahid Hasyim.
- Etsworlds. (2019, Oktober). *Klasifikasi dan Jenis Pelumas*. Diakses pada 23 Mei 2022, dari: <https://www.etsworlds.id/2019/10/klasifikasi-dan-jenis-pelumas.html?m=1>
- Lim, S.C.; Batchelor, Andrew W.; Lim, C.Y.H. (2017). *Introduction and Basic Theory of Wear technology: Friction, Lubrication, Wear Technology. (Vol 18)*. ASM Metals Handbook.
- Smith, J.M., Van Ness H.C., About M. M., and Swihart M. T. (2009), *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. (7 ed)*. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- Spec.co.id. (2022). *Prinsip Dasar Pelumas, Pengertian, Komposisi, dan Fungsinya*. Diakses pada 22 Mei 2022, dari: <https://spec.co.id/prinsip-dasar-pelumas-pengertian-komposisi-dan-fungsinya>
- Sukirno. (2010). *Kuliah Teknologi Pelumas 3*. Indonesia: Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Taufik, A. (2011). *Analisis naiknya temperatur minyak pelumas pada mesin induk di atas kapal*. Diakses dari: http://systempelumasanmainengine.blogspot.com/2011/12/analisis-naiknya-temperatur-minyak_06.html
- Wuryanti, S. (2016). *Neraca Massa dan Energi*. Bandung: Poli Teknik Negeri Bandung.