

## BAB II

### DESKRIPSI PROSES

#### 2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

##### 2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

###### 1. RBDPS (*Refined Bleached Deodorized Palm Stearin*)

Fase	: Padat
Warna	: Putih kekuningan
Kemurnian	: minimal 99,9% (w/w)
Impuritas	: maksimal 0,1% air (w/w)
Pemasok	: PT Wilmar Nabati Indonesia

###### 2. Sodium Hidroksida (NaOH)

Fase	: Padat
Warna	: Putih serpihan
Kemurnian	: minimal 99% (w/w)
Impuritas	: maksimal 1% berat air
Pemasok	: PT Aneka Kimia Inti

##### 2.1.2 Spesifikasi Bahan Produk

###### 1. Sodium stearat ( $C_{17}H_{35}COONa$ )

Fase	: Padat
Warna	: Putih

###### Komposisi sodium stearat

- Kadar air	: maks 15%
- Jumlah asam lemak	: > 65%
Alkali bebas	
- NaOH	: maks 0,1%
- KOH	: maks 0,14%
- Asam lemak bebas	: < 2,5%
- Kadar klorida	: maks 1%
- Lemak tak tersodium stearatkan	: maks 0,2%
- Minyak mineral	: negatif

(Badan Standardisasi Nasional, 2016)

**2. Gliserol ( $C_3H_5(OH)_3$ )**

Fase : Cair  
Warna : Kuning pucat  
Kemurnian : minimal 80% (w/w)  
Impuritas : maksimal 10% berat air

(Badan Standardisasi Nasional, 1985)

**2.1.3 Spesifikasi Bahan Pendukung****1. Air ( $H_2O$ )**

Fase : Cair  
Warna : Bening  
Impuritas : maksimal silika 0,02 ppm maksimal oksigen terlarut 1 ppm

**2. Natrium Klorida ( $NaCl$ )**

Fase : Padat  
Warna : Putih kristal  
Kemurnian : minimal 97 % (w/w)  
Impuritas : maksimal 1% berat air  
Pemasok : PT Mitra Water

**3. EDTA (Etilen Diamin Tetra Asetat)**

Fase : Padat  
Warna : Bening  
Kemurnian : minimal 95 % (w/w)  
Impuritas : maksimal 5% berat air  
Pemasok : CV Humaira Husada

**4. Parfum (Minyak nilam)**

Fase : Cair  
Warna : Kuning bening  
Kemurnian : minimal 70% (w/w)  
Impuritas : 30% alkohol nilam  
Pemasok : PT Djasula Wangi

## 5. Filler (Natrium sulfat)

Fase	: Padat
Warna	: Bubuk putih
Kemurnian	: minimal 95 % (w/w)
Impuritas	: maksimal 5% berat air
Pemasok	: PT Aneka Kimia Inti

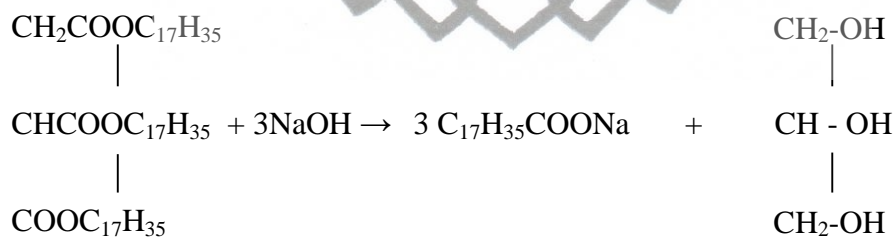
## 6. Asam stearat

Fase	: Padat
Kemurnian	: minimal 99,98% (w/w)
Impuritas	: maksimal 0,02% berat air
Pemasok	: PT Aneka Kimia Inti

## 2.2 Konsep Reaksi

### 2.2.1 Dasar Reaksi

Pembuatan sodium stearat dengan proses saponifikasi fase cair dari tristearin (RBDPS) dengan soda kaustik (NaOH) dijalankan dengan sistem kontinyu dan menghasilkan produk samping gliserol. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah:



Tristearin    Natrium hidroksida    Sodium stearat    Gliserol

### 2.2.2 Kondisi Reaksi

Dalam proses pembuatan sodium stearat dengan reaksi saponifikasi trigliserida, reaksi berlangsung dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Pada umumnya, variabel-variabel proses utama yang cukup menentukan tingkat keberhasilan reaksi saponifikasi adalah sebagai berikut:

#### 1. Suhu operasi

Proses saponifikasi trigliserida dapat berlangsung pada suhu kamar dan reaksinya berjalan secara cepat sehingga sesuai untuk produksi skala besar.

Pada proses skala industri suhu reaksi saponifikasi berada di atas titik cair RBDPS dan di bawah titik didih air dengan tekanan operasi 14,5 psia, hal ini bertujuan:

- Memudahkan pencampuran antar reaktan.
- Transportasi cairan melalui pompa-pompa dan pipa-pipa lebih mudah karena viskositasnya berkurang.
- Jika suhu berada diatas titik didih air maka tekanan dalam reaktor lebih besar dari 14,5 psia untuk menghindari penguapan air.

Berdasarkan *Rule of Thumb*, laju reaksi saponifikasi akan meningkat sebesar dua kali lipat setiap kenaikan suhu sebesar  $10^{\circ}\text{C}$ . Suhu operasi reaksi saponifikasi dapat berlangsung pada kisaran suhu  $80\text{-}120^{\circ}\text{C}$  (Spitz, 2009). Sedangkan suhu operasi yang dipilih adalah  $90^{\circ}\text{C}$  dan pada tekanan atmosferis untuk menjaga fase campuran tetap cair (US Patent 5990074, 1999).

## 2. Pengadukan

Trigliserida sukar larut dalam air, sedangkan basa seperti NaOH sangat larut dalam air. Sehingga jika didiamkan akan terbentuk dua lapisan yang terpisah dan reaksi hanya berlangsung pada daerah batas dua permukaan tersebut, akibatnya reaksi menjadi lambat. Untuk menghindari hal ini maka diperlukan pengadukan agar seluruh partikel reaktan dapat terdispersi satu sama lain, dengan demikian laju reaksi dapat meningkat. Kecepatan pengadukan yang biasa digunakan adalah 400-1100 rpm (Raghdad Almilly, 2014).

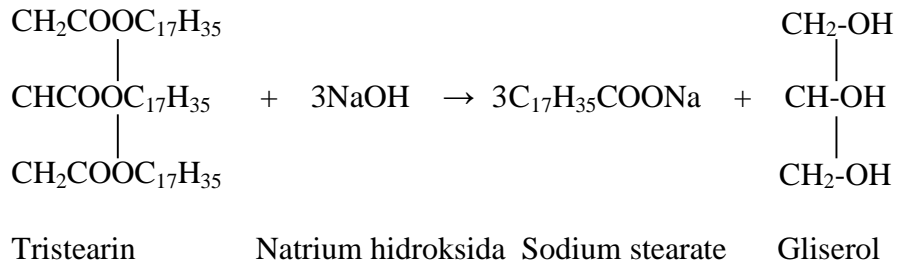
## 3. Rasio reaktan

Perbandingan reaktan pada proses saponifikasi merupakan perbandingan mol reaktan NaOH terhadap RBDPS sebesar 3:1. Perbandingan reaktan tersebut diambil berdasarkan persamaan stoikiometri reaksi saponifikasi trigliserida. Pada proses saponifikasi ini mol reaktan NaOH diberikan berlebih sebesar 10% (Spitz, 2009).

### 2.2.3 Mekanisme Reaksi

Pembuatan sodium stearat dengan reaksi saponifikasi fase cair dari tristearin (RBDPS) dan soda kaustik (NaOH) dan menghasilkan produk samping gliserol mempunyai konversi reaksi 99,5% dengan waktu tinggal 10 menit pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  dan tekanan atmosferis (US Patent 5990074, 1999).

Persamaan reaksinya sebagai berikut:



Dari persamaan reaksi saponifikasi dapat dilihat 1 mol tristearin direaksikan dengan 3 mol NaOH untuk membentuk 3 mol produk sodium stearat dan 1 mol produk gliserol

## 2.2.4 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk menentukan sifat dan arah reaksi, maka perlu perhitungan dengan menggunakan panas pembentukan standar ( $\Delta H^\circ$ ) dan energi bebas Gibbs ( $\Delta G^\circ$ ) dari reaktan dan dari produk. Pada proses pembentukan sodium stearat, harga  $\Delta H^\circ$  dan  $\Delta G^\circ$  adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Harga  $\Delta H_F$  dan  $\Delta G_F$  Masing-masing Komponen

Komponen	Harga $\Delta H_F$ (kcal/kmol)	Harga $\Delta G_F$ (kcal/mol)
RBDPS	-380.535,8	-531,5
NaOH	-101.766,2	-90.699
Gliserol	-159.775,1	-107.189
Sodium stearat	-185,4	-246

(JB Pedley, 1994)

i. Panas reaksi standar ( $\Delta H_R^\circ$ )

$$\begin{aligned}
 \Delta H_R^\circ &= \sum \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \sum \Delta H^\circ_f \text{ reaktan} \\
 \Delta H_R^\circ &= (3\Delta H^\circ_f \text{ sodium stearat} + \Delta H^\circ_f \text{ gliserol}) - (\Delta H^\circ_f \text{ RBDPS} \\
 &\quad + 3\Delta H^\circ_f \text{ NaOH}) \\
 &= (3(-185,3566) + (-159.775,1)) - (-380.535,8 + 3 \\
 &\quad (-101.766,2)) \\
 &= -30.570,49 \text{ kcal/kmol}
 \end{aligned}$$

Karena  $\Delta H_R^\circ$  bernilai negatif maka reaksi bersifat eksotermis.

$$\begin{aligned}
 dH &= C_p \cdot dT \\
 \Delta H_{363} &= \int_{298}^{363} C_p dT \\
 \Delta H_{363} &= [\sum C_p \text{ produk} - \sum C_p \text{ reaktan}] dT \\
 \Delta H_{363} &= 32.623,703 \text{ kcal/kmol} - 33.368,642 \text{ kcal/kmol} \\
 \Delta H_{363} &= -744,94 \text{ kcal/kmol} \\
 \Delta H_R &= \Delta H_R^\circ + \Delta H \\
 &= -30.570,9 + (-744,94) \\
 &= -31.315,84 \text{ kcal/kmol}
 \end{aligned}$$

## ii. Konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar

$$\Delta G_r^\circ = -RT \ln K_{298}$$

Dimana:

$\Delta G^\circ$  : Energi Gibbs pada keadaan standar ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $P = 1 \text{ atm}$ ), kkal/mol

$K_{298}$  : Konstanta kesetimbangan keadaan standar ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $P = 1 \text{ atm}$ )

$T$  : Suhu standar (298 K)

$R$  : Tetapan Gas Ideal (1,987 cal/mol.K)

Sehingga nilai K dari reaksi tersebut dapat ditentukan, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \Delta G_r^\circ &= \Delta G^\circ_f \text{ produk} - \Delta G^\circ_f \text{ reaktan} \\
 &= (3\Delta G^\circ_f \text{ sodium stearat} + \Delta G^\circ_f \text{ gliserol}) - (\Delta G^\circ_f \text{ RBDPS} + 3\Delta G^\circ_f \\
 &\quad \text{NaOH}) \\
 &= (3(-246.002,7) + (-104.806,3)) - (-531.440,4 + 3(-90.699)) \\
 &= -39.276,8 \text{ kcal/kmol} \\
 &= -39,3 \text{ kcal/mol}
 \end{aligned}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-\Delta G_r^\circ}{RT}$$



$$\ln K_{298} = \frac{-(-39,27) \text{ kcal/kmol}}{1,987 \times 10^{-3} \text{ kcal/(molK)} \times 298 \text{ K}} = 66,31$$

$$K_{298} = 6,421 \times 10^{28}$$

iii. Konstanta kesetimbangan (K) pada  $T = 90^\circ\text{C} = 363 \text{ K}$

Dengan

$$\frac{\ln K_{363}}{K_{298}} = \frac{\Delta H_R^\circ (T_2 - T_1)}{R \cdot T_2 \cdot T_1}$$

$K_{298}$  = Konstanta kesetimbangan pada 298 K

$K_{363}$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

$T_1$  = Suhu standar ( $25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$ )

$T_2$  = Suhu operasi ( $90^\circ\text{C} = 363 \text{ K}$ )

$R$  = Tetapan Gas Ideal =  $1,987 \text{ cal/mol.K}$

$\Delta H_R$  = Panas reaksi standar pada 298 K

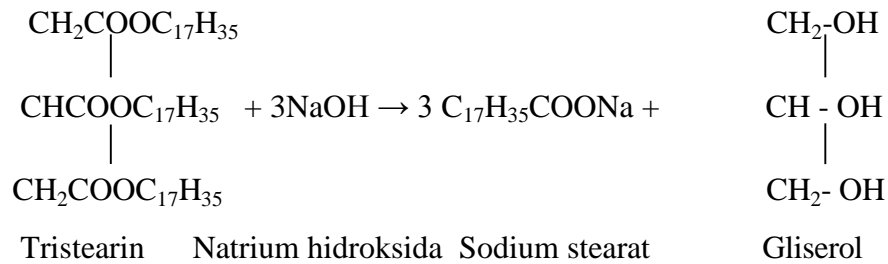
$$\frac{\ln K_{363}}{K_{298}} = \frac{-30.570,49 \text{ kcal/kmol} \times (363 - 298) \text{ K}}{1,987 \text{ kcal/kmolK} \times 363 \text{ K} \times 298 \text{ K}} = -9,244$$

$$\frac{K_{363}}{6,41 \times 10^{28}} = 9,67 \times 10^{-5}$$

$$K_{363} = 6,2 \times 10^{24}$$

### 2.2.5 Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan Sodium stearat dari RBDPS dan NaOH:



Kecepatan reaksi elementer tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$-r_A = k(C_A)(C_B)$$

Pada reaksi ini, digunakan NaOH berlebih sebanyak 1,1 kali hasil perhitungan secara stoikiometris. Berdasarkan Spitz 2009, reaksi saponifikasi tristearin dan NaOH merupakan reaksi orde dua dengan perbandingan mol NaOH : mol RBDPS sebesar 3,3 : 1. NaOH berlebih mengakibatkan reaksi berlangsung ke kanan.

Berdasarkan (Raghdad, 2014), nilai konstanta kecepatan reaksi dapat dicari, sebagai berikut:

$$E = -20,44 \text{ J/mol}$$

$$A = 9,84 \times 10^{-5} \text{ L/mol menit}$$

$$R = 8,314 \text{ J/mol.K}$$

Dengan kondisi operasi reaksi :

$$T = 90^\circ\text{C} = 363 \text{ K}$$

$$\text{Kecepatan pengadukan} = 400 \text{ rpm}$$

(Raghdad, 2014)

Sehingga, menurut persamaan Arrhenius dapat dicari nilai konstanta kecepatan reaksi (k) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \ln k &= \ln A - (E_a/R) (1/T) \times 1000 \\
 &= \ln (0,0000984) - (-20,44/8,314) (1/363) \times 1000 \\
 &= -2,453 \\
 k &= 0,086 \text{ L/mol.menit}
 \end{aligned}$$



## 2.3 Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses

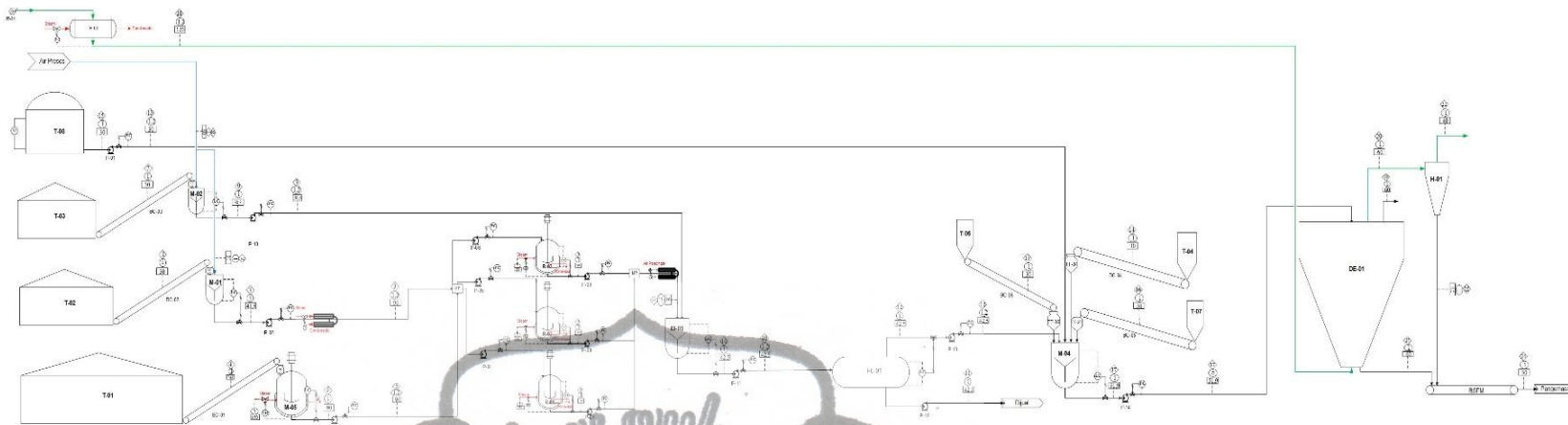
### 2.3.1 Diagram Alir Proses

Diagram alir ada tiga macam, yaitu:

- Diagram alir proses (gambar 2.1)
- Diagram alir kualitatif (gambar 2.2)
- Diagram alir kuantitatif (gambar 2.3)

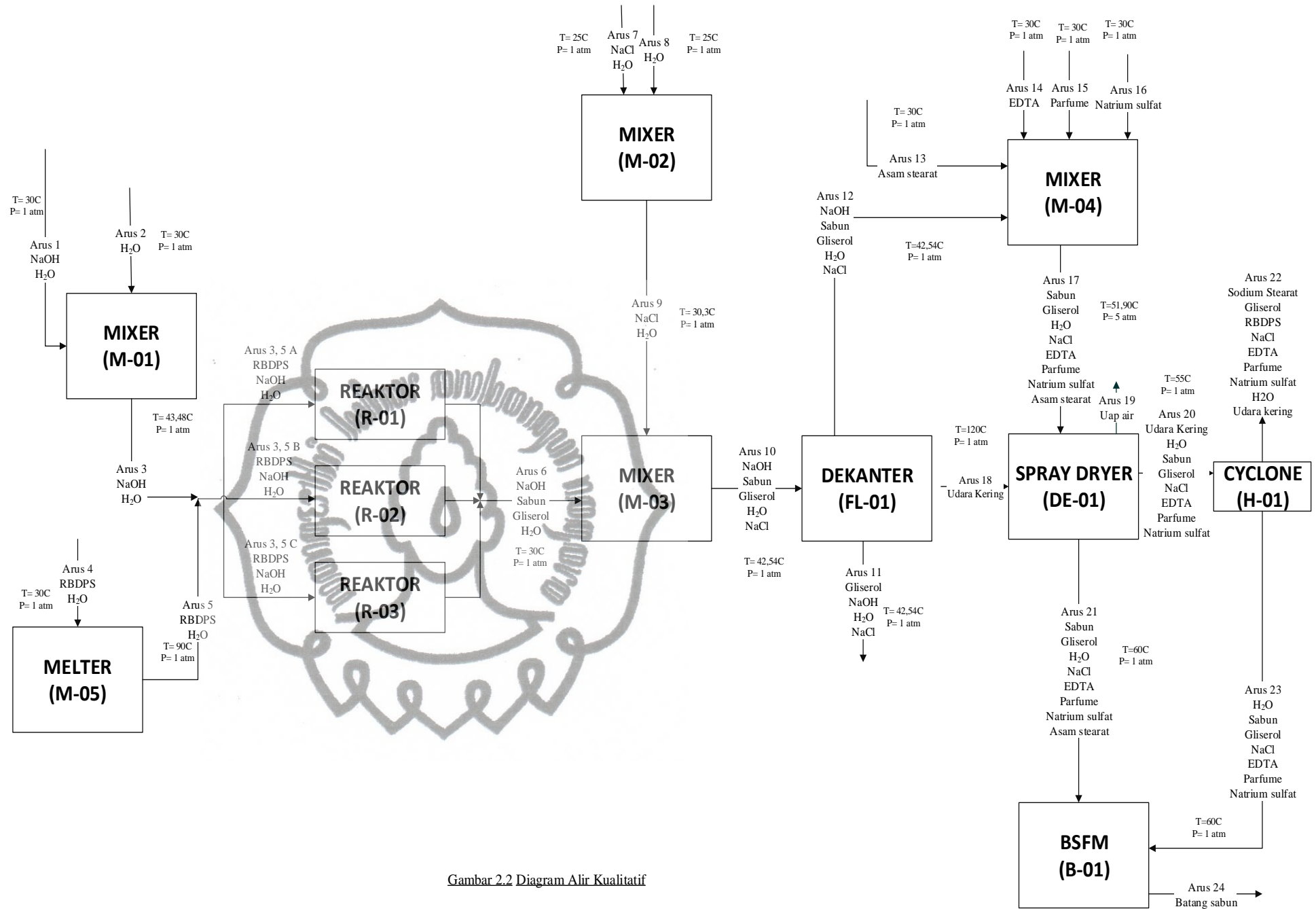


**DIAGRAM ALIR PRARANCANGAN PABRIK SODIUM STEARAT  
DARI RBDPS DAN NaOH  
KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**

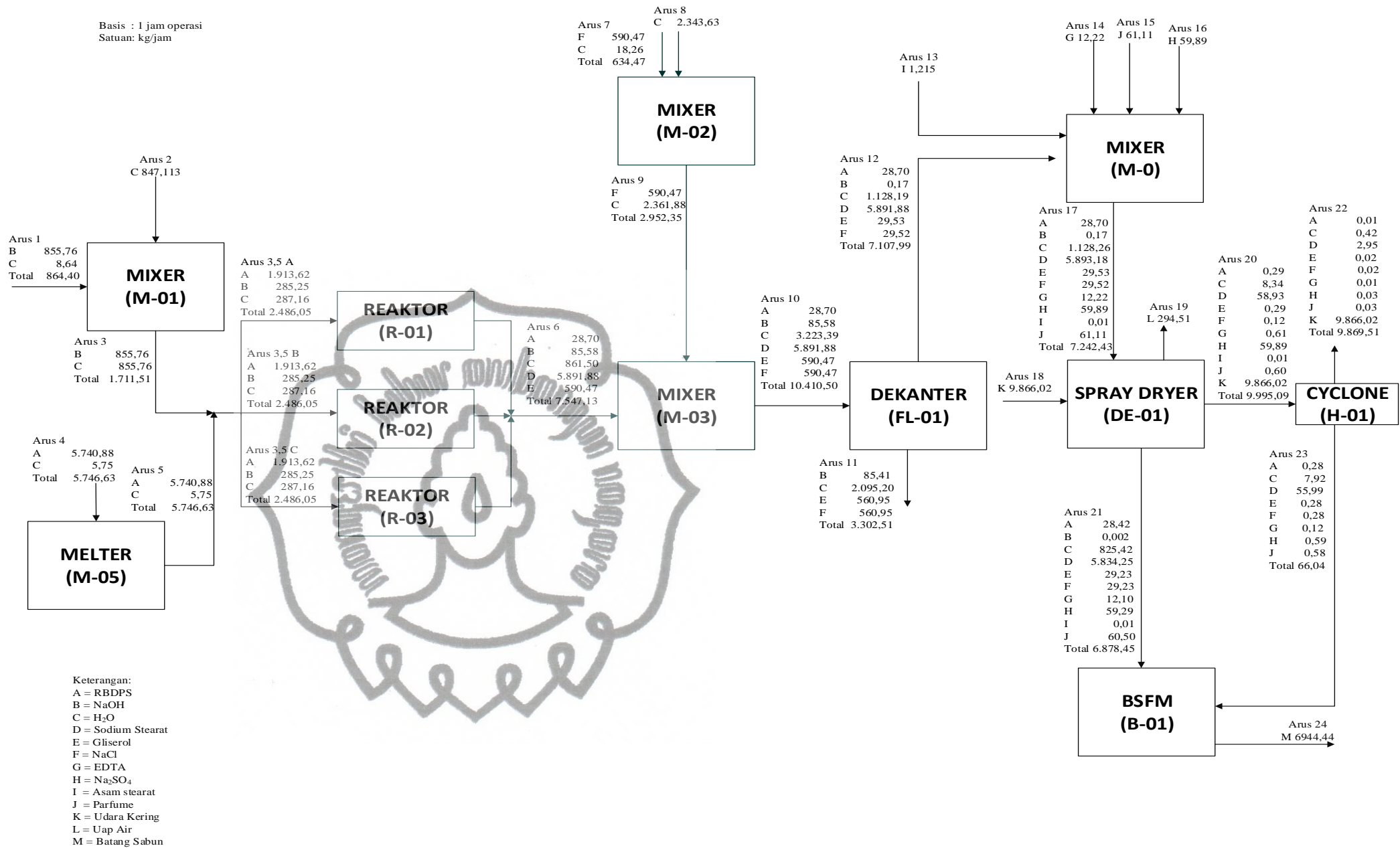


Komponen	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5	Area 6	Area 7	Area 8	Area 9	Area 10	Area 11	Area 12	Area 13	Area 14	Area 15	Area 16	Area 17	Area 18	Area 19	Area 20	Area 21	Area 22	Area 23	Area 24	Area 25	Area 26	Area 27	Area 28	Area 29	Area 30	Area 31	Area 32	Area 33	Area 34	Area 35	Area 36	Area 37	Area 38	Area 39	Area 40	Area 41	Area 42	Area 43	Area 44	Area 45	Area 46	Area 47	Area 48	Area 49	Area 50	Area 51	Area 52	Area 53	Area 54	Area 55	Area 56	Area 57	Area 58	Area 59	Area 60	Area 61	Area 62	Area 63	Area 64	Area 65	Area 66	Area 67	Area 68	Area 69	Area 70	Area 71	Area 72	Area 73	Area 74	Area 75	Area 76	Area 77	Area 78	Area 79	Area 80	Area 81	Area 82	Area 83	Area 84	Area 85	Area 86	Area 87	Area 88	Area 89	Area 90	Area 91	Area 92	Area 93	Area 94	Area 95	Area 96	Area 97	Area 98	Area 99	Area 100	Area 101	Area 102	Area 103	Area 104	Area 105	Area 106	Area 107	Area 108	Area 109	Area 110	Area 111	Area 112	Area 113	Area 114	Area 115	Area 116	Area 117	Area 118	Area 119	Area 120	Area 121	Area 122	Area 123	Area 124	Area 125	Area 126	Area 127	Area 128	Area 129	Area 130	Area 131	Area 132	Area 133	Area 134	Area 135	Area 136	Area 137	Area 138	Area 139	Area 140	Area 141	Area 142	Area 143	Area 144	Area 145	Area 146	Area 147	Area 148	Area 149	Area 150	Area 151	Area 152	Area 153	Area 154	Area 155	Area 156	Area 157	Area 158	Area 159	Area 160	Area 161	Area 162	Area 163	Area 164	Area 165	Area 166	Area 167	Area 168	Area 169	Area 170	Area 171	Area 172	Area 173	Area 174	Area 175	Area 176	Area 177	Area 178	Area 179	Area 180	Area 181	Area 182	Area 183	Area 184	Area 185	Area 186	Area 187	Area 188	Area 189	Area 190	Area 191	Area 192	Area 193	Area 194	Area 195	Area 196	Area 197	Area 198	Area 199	Area 200	Area 201	Area 202	Area 203	Area 204	Area 205	Area 206	Area 207	Area 208	Area 209	Area 210	Area 211	Area 212	Area 213	Area 214	Area 215	Area 216	Area 217	Area 218	Area 219	Area 220	Area 221	Area 222	Area 223	Area 224	Area 225	Area 226	Area 227	Area 228	Area 229	Area 230	Area 231	Area 232	Area 233	Area 234	Area 235	Area 236	Area 237	Area 238	Area 239	Area 240	Area 241	Area 242	Area 243	Area 244	Area 245	Area 246	Area 247	Area 248	Area 249	Area 250	Area 251	Area 252	Area 253	Area 254	Area 255	Area 256	Area 257	Area 258	Area 259	Area 260	Area 261	Area 262	Area 263	Area 264	Area 265	Area 266	Area 267	Area 268	Area 269	Area 270	Area 271	Area 272	Area 273	Area 274	Area 275	Area 276	Area 277	Area 278	Area 279	Area 280	Area 281	Area 282	Area 283	Area 284	Area 285	Area 286	Area 287	Area 288	Area 289	Area 290	Area 291	Area 292	Area 293	Area 294	Area 295	Area 296	Area 297	Area 298	Area 299	Area 300	Area 301	Area 302	Area 303	Area 304	Area 305	Area 306	Area 307	Area 308	Area 309	Area 310	Area 311	Area 312	Area 313	Area 314	Area 315	Area 316	Area 317	Area 318	Area 319	Area 320	Area 321	Area 322	Area 323	Area 324	Area 325	Area 326	Area 327	Area 328	Area 329	Area 330	Area 331	Area 332	Area 333	Area 334	Area 335	Area 336	Area 337	Area 338	Area 339	Area 340	Area 341	Area 342	Area 343	Area 344	Area 345	Area 346	Area 347	Area 348	Area 349	Area 350	Area 351	Area 352	Area 353	Area 354	Area 355	Area 356	Area 357	Area 358	Area 359	Area 360	Area 361	Area 362	Area 363	Area 364	Area 365	Area 366	Area 367	Area 368	Area 369	Area 370	Area 371	Area 372	Area 373	Area 374	Area 375	Area 376	Area 377	Area 378	Area 379	Area 380	Area 381	Area 382	Area 383	Area 384	Area 385	Area 386	Area 387	Area 388	Area 389	Area 390	Area 391	Area 392	Area 393	Area 394	Area 395	Area 396	Area 397	Area 398	Area 399	Area 400	Area 401	Area 402	Area 403	Area 404	Area 405	Area 406	Area 407	Area 408	Area 409	Area 410	Area 411	Area 412	Area 413	Area 414	Area 415	Area 416	Area 417	Area 418	Area 419	Area 420	Area 421	Area 422	Area 423	Area 424	Area 425	Area 426	Area 427	Area 428	Area 429	Area 430	Area 431	Area 432	Area 433	Area 434	Area 435	Area 436	Area 437	Area 438	Area 439	Area 440	Area 441	Area 442	Area 443	Area 444	Area 445	Area 446	Area 447	Area 448	Area 449	Area 450	Area 451	Area 452	Area 453	Area 454	Area 455	Area 456	Area 457	Area 458	Area 459	Area 460	Area 461	Area 462	Area 463	Area 464	Area 465	Area 466	Area 467	Area 468	Area 469	Area 470	Area 471	Area 472	Area 473	Area 474	Area 475	Area 476	Area 477	Area 478	Area 479	Area 480	Area 481	Area 482	Area 483	Area 484	Area 485	Area 486	Area 487	Area 488	Area 489	Area 490	Area 491	Area 492	Area 493	Area 494	Area 495	Area 496	Area 497	Area 498	Area 499	Area 500	Area 501	Area 502	Area 503	Area 504	Area 505	Area 506	Area 507	Area 508	Area 509	Area 510	Area 511	Area 512	Area 513	Area 514	Area 515	Area 516	Area 517	Area 518	Area 519	Area 520	Area 521	Area 522	Area 523	Area 524	Area 525	Area 526	Area 527	Area 528	Area 529	Area 530	Area 531	Area 532	Area 533	Area 534	Area 535	Area 536	Area 537	Area 538	Area 539	Area 540	Area 541	Area 542	Area 543	Area 544	Area 545	Area 546	Area 547	Area 548	Area 549	Area 550	Area 551	Area 552	Area 553	Area 554	Area 555	Area 556	Area 557	Area 558	Area 559	Area 560	Area 561	Area 562	Area 563	Area 564	Area 565	Area 566	Area 567	Area 568	Area 569	Area 570	Area 571	Area 572	Area 573	Area 574	Area 575	Area 576	Area 577	Area 578	Area 579	Area 580	Area 581	Area 582	Area 583	Area 584	Area 585	Area 586	Area 587	Area 588	Area 589	Area 590	Area 591	Area 592	Area 593	Area 594	Area 595	Area 596	Area 597	Area 598	Area 599	Area 600	Area 601	Area 602	Area 603	Area 604	Area 605	Area 606	Area 607	Area 608	Area 609	Area 610	Area 611	Area 612	Area 613	Area 614	Area 615	Area 616	Area 617	Area 618	Area 619	Area 620	Area 621	Area 622	Area 623	Area 624	Area 625	Area 626	Area 627	Area 628	Area 629	Area 630	Area 631	Area 632	Area 633	Area 634	Area 635	Area 636	Area 637	Area 638	Area 639	Area 640	Area 641	Area 642	Area 643	Area 644	Area 645	Area 646	Area 647	Area 648	Area 649	Area 650	Area 651	Area 652	Area 653	Area 654	Area 655	Area 656	Area 657	Area 658	Area 659	Area 660	Area 661	Area 662	Area 663	Area 664	Area 665	Area 666	Area 667	Area 668	Area 669	Area 670	Area 671	Area 672	Area 673	Area 674	Area 675	Area 676	Area 677	Area 678	Area 679	Area 680	Area 681	Area 682	Area 683	Area 684	Area 685	Area 686	Area 687	Area 688	Area 689	Area 690	Area 691	Area 692	Area 693	Area 694	Area 695	Area 696	Area 697	Area 698	Area 699	Area 700	Area 701	Area 702	Area 703	Area 704	Area 705	Area 706	Area 707	Area 708	Area 709	Area 710	Area 711	Area 712	Area 713	Area 714	Area 715	Area 716	Area 717	Area 718	Area 719	Area 720	Area 721	Area 722	Area 723	Area 724	Area 725	Area 726	Area 727	Area 728	Area 729	Area 730	Area 731	Area 732	Area 733	Area 734	Area 735	Area 736	Area 737	Area 738	Area 739	Area 740	Area 741	Area 742	Area 743	Area 744	Area 745	Area 746	Area 747	Area 748	Area 749	Area 750	Area 751	Area 752	Area 753	Area 754	Area 755	Area 756	Area 757	Area 758	Area 759	Area 760	Area 761	Area 762	Area 763	Area 764	Area 765	Area 766	Area 767	Area 768	Area 769	Area 770	Area 771	Area 772	Area 773	Area 774	Area 775	Area 776	Area 777	Area 778	Area 779	Area 780	Area 781	Area 782	Area 783	Area 784	Area 785	Area 786	Area 787	Area 788	Area 789	Area 790	Area 791	Area 792	Area 793	Area 794	Area 795	Area 796	Area 797	Area 798	Area 799	Area 800	Area 801	Area 802	Area 803	Area 804	Area 805	Area 806	Area 807	Area 808	Area 809	Area 810	Area 811	Area 812	Area 813	Area 814	Area 815	Area 816	Area 817	Area 818	Area 819	Area 820	Area 821	Area 822	Area 823	Area 824	Area 825	Area 826	Area 827	Area 828	Area 829	Area 830	Area 831	Area 832	Area 833	Area 834	Area 835	Area 836	Area 837	Area 838	Area 839	Area 840	Area 841	Area 842	Area 843	Area 844	Area 845	Area 846	Area 847	Area 848	Area 849	Area 850	Area 851	Area 852	Area 853	Area 854	Area 855	Area 856	Area 857	Area 858	Area 859	Area 860	Area 861	Area 862	Area 863	Area 864	Area 865	Area 866	Area 867	Area 868	Area 869	Area 870	Area 871	Area 872	Area 873	Area 874	Area 875	Area 876	Area 877	Area 878	Area 879	Area 880	Area 881	Area 882	Area 883	Area 884	Area 885	Area 886	Area 887	Area 888	Area 889	Area 890	Area 891	Area 892	Area 893	Area 894	Area 895	Area 896	Area 897	Area 898	Area 899	Area 900	Area 901	Area 902	Area 903	Area 904	Area 905	Area 906	Area 907	Area 908	Area 909	Area 910	Area 911	Area 912	Area 913	Area 914	Area 915	Area 916	Area 917	Area 918	Area 919	Area 920	Area 921	Area 922	Area 923	Area 924	Area 925	Area 926	Area 927	Area 928	Area 929	Area 930	Area 931	Area 932	Area 933	Area 934	Area 935	Area 936	Area 937	Area 938	Area 939	Area 940	Area 941	Area 942	Area 943	Area 944	Area 945	Area 946	Area 947	Area 948	Area 949	Area 950	Area 951	Area 952	Area 953	Area 954	Area 955	Area 956	Area 957	Area 958	Area 959	Area 960	Area 961	Area 962	Area 963	Area 964	Area 965	Area 966	Area 967	Area 968	Area 969	Area 970	Area 971	Area 972	Area 973	Area 974	Area 975	Area 976	Area 977	Area 978	Area 979	Area 980	Area 981	Area 982	Area 983	Area 984	Area 985	Area 986	Area 987	Area 988	Area 989	Area 990	Area 991	Area 992	Area 993	Area 994	Area 995	Area 996	Area 997	Area 998	Area 999	Area 1000	Area 1001	Area 1002	Area 1003	Area 1004	Area 1005	Area 1006	Area 1007	Area 1008	Area 1009	Area 1010	Area 1011	Area 1012	Area 1013	Area 1014	Area 1015	Area 1016	Area 1017	Area 1018	Area 1019	Area 1020	Area 1021	Area 1022	Area 1023	Area 1024	Area 1025	Area 1026	Area 1027	Area 1028	Area 1029	Area 1030	Area 1031	Area 1032	Area 1033	Area 1034	Area 1035	Area 1036	Area 1037	Area 1038	Area 1039	Area 1040	Area 1041	Area 1042	Area 1043	Area 1044	Area 1045	Area 1046	Area 1047	Area 1048	Area 1049	Area 1050	Area 1051	Area 1052	Area 1053	Area 1054	Area 1055	Area 1056	Area 1057	Area 1058	Area 1059	Area 1060	Area 1061	Area 1062	Area 1063	Area 1064	Area 1065	Area 1066	Area 1067	Area 1068	Area 1069	Area 1070	Area 1071	Area 1072	Area 1073	Area 1074	Area 1075	Area 1076	Area 1077	Area 1078	Area 1079	Area 1080	Area 1081	Area 1082	Area 1083	Area 1084	Area 1085	Area 1086	Area 1087	Area 1088	Area 1089	Area 1090	Area 1091	Area 1092	Area 1093	Area 1094	Area 1095	Area 1096	Area 1097	Area 1098	Area 1099	Area 1100	Area 1101	Area 1102	Area 1103	Area 1104	Area 1105	Area 1106	Area 1107	Area 1108	Area 1109	Area 1110	Area 1111	Area 1112	Area 1113	Area 1114	Area 1115	Area 1116	Area 1117	Area 1118	Area 1119	Area 1120	Area 1121	Area 1122	Area 1123	Area 1124	Area 1125	Area 1126	Area 1127	Area 1128	Area 1129	Area 1130	Area 1131	Area 1132	Area 1133	Area 1134	Area 1135	Area 1136	Area 1137	Area 1138	Area 1139	Area 1140	Area 1141	Area 1142	Area 1143	Area 1144	Area 1145	Area 1146	Area 1147	Area 1148	Area 1149	Area 1150	Area 1151	Area 1152	Area 1153	Area 1154	Area 1155	Area 1156	Area 1157	Area 1158	Area 1159	Area 1160	Area 1161	Area 1162	Area 1163	Area 1164	Area 1165	Area 1166	Area 1167	Area 1168	Area 1169	Area 1170	Area 1171	Area 1172	Area 1173	Area 1174	Area 1175	Area 1176	Area 1177	Area 1178	Area 1179	Area 1180	Area 1181	Area 1182	Area 1183	Area 1184	Area 1185	Area 1186	Area 1187	Area 1188	Area 1189	Area 1190	Area 1191	Area 1192	Area 1193	Area 1194	Area 1195	Area 1196	Area 1197	Area 1198	Area 1199	Area 1200	Area 1201	Area 1202	Area 1203	Area 1204	Area 1205	Area 1206	Area 1207	Area 1208	Area 1209	Area 1210	Area 1211	Area 1212	Area 1213	Area 1214	Area 1215	Area 1216	Area 1217	Area 1218	Area 1219	Area 1220	Area 1221	Area 1222	Area 1223	Area 1224	Area 1225	Area
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------

Gambar 2.1 Diagram Alir Proses



Gambar 2.2 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 2.3 Diagram Alir Kuantitatif

### 2.3.2 Tahapan Proses

Proses pembuatan sodium stearat padat dapat dibagi menjadi lima tahap proses, yaitu:

1. Tahap persiapan umpan
2. Tahap reaksi saponifikasi tristearin
3. Tahap pemurnian sodium stearat
4. Tahap penambahan zat aditif pada sodium stearat
5. Tahap pengeringan dan *finishing* sodium stearat

#### 2.3.2.1 Tahap Persiapan Umpan

Umpan terdiri dari RBDPS (*Refined Bleached Deodorized Palm Stearin*) dan NaOH. RBDPS dimasukkan ke dalam tangki yang dilengkapi dengan pemanas (*Melter*) menggunakan steam sampai 90°C sebelum dipompa ke dalam reaktor. Sedangkan NaOH dilarutkan dalam air pada suhu kamar sampai konsentrasinya 50% massa. RBDPS dan campuran larutan NaOH kemudian dipompakan ke dalam reaktor.

#### 2.3.2.2 Tahap Reaksi Saponifikasi Tristearin

RBDPS dan campuran larutan NaOH dipompakan ke dalam reaktor yang diberi jaket pemanas dengan tujuan untuk menjaga suhu agar tetap pada suhu operasi yaitu 90°C, tekanan atmosferis. Konversi reaksi 99,5% dengan waktu tinggal 10 menit (Spitz, 2009).

#### 2.3.2.3 Tahap Pemurnian Sodium stearat

Produk keluar reaktor berupa cairan yang terdiri dari atas sodium stearat, gliserol, air, dan sedikit RBDPS yang belum bereaksi. Hasil reaksi kemudian dipompakan ke *mixer-03* untuk ditambahkan larutan NaCl (*Brine*) yang berfungsi sebagai pengendap gliserol pada dekanter. Aliran keluar *mixer-03* dialirkan ke dekanter untuk memisahkan larutan sodium stearat dengan gliserol berdasarkan prinsip kerja beda densitas.

Kondisi operasi pada alat dekanter pada suhu 42,5°C dan tekanan atmosferis. Pada unit ini akan terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan bagian atas yang terdiri dari sodium stearat, air, sedikit gliserol, alkali dan sisa RBDPS, sedangkan pada lapisan bagian bawah terdiri dari gliserol, alkali dan sedikit air yang secara keseluruhan membentuk lapisan yang lebih berat daripada sodium stearat, sehingga berada pada lapisan bagian bawah pada pemisahan statis.

#### 2.3.2.4 Tahap Penambahan Zat Aditif pada Sodium Stearat

Setelah proses pemisahan sodium stearat dari gliserol dan air. Proses selanjutnya adalah penambahan aditif sodium stearat. Zat aditif yang ditambahkan antara lain: *Stearic Acid* yang berfungsi untuk mengurangi kandungan NaOH, EDTA yang berfungsi sebagai surfaktan pada sodium stearat (pembersih dan pemutih) yang dapat mengangkat kotoran pada kulit, pewangi (minyak nilam) yang berfungsi untuk memberi kesegaran dan keharuman pada sodium stearat, dan natrium sulfat sebagai *filler* (bahan pengisi). Zat tambahan ini dicampur dalam tangki pencampur (*mixer-04*) pada suhu 65°C dan tekanan atmosferis. Jumlah aditif yang ditambahkan sesuai dengan spesifikasi mutu yang diinginkan.

#### 2.3.2.5 Tahap Pengeringan dan *Finishing* Sodium Stearat

Pengeringan sodium stearat dilakukan dalam *spray dryer*. Campuran sodium stearat cair dari tangki pencampur dipompa ke *spray dryer*, dari unit pengeringan ini dihasilkan sodium stearat berupa serpihan (*flake*) dan dengan bantuan *conveyor* dikirim ke unit *finishing* yang terdiri dari satuan mesin pembentukan sodium stearat batang dan disebut *Bar Soap Finishing Machine* (BSFM).



## 2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas

Produk : Sodium Stearat  
 Kapasitas : 55.000 ton/tahun  
 Satu tahun produksi : 330 hari  
 Operasi selama 1 hari : 24 jam

### 2.4.1. Neraca Massa

Basis perhitungan : 1 jam operasi  
 Satuan : kg/jam

Neraca massa prarancangan pabrik sabun padat sesuai dengan gambar 2.3.

Tabel 2.2 Neraca Massa pada Mixer 01 (M-01)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaOH	855,757	0	855,757
H <sub>2</sub> O	8,644	847,113	856
Total	1.711,513		1.711,513

Tabel 2.3 Neraca Massa pada Melter (M-05)

Senyawa	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 4	Arus 5
RBDPS	5.740,880	5.740,880
H <sub>2</sub> O	5,747	5,747
Total	5.746,626	5.746,626

Tabel 2.4 Neraca Massa pada Reaktor A (R-01)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 3A	Arus 5A	Arus 6A
Sodium Stearat	0	0	1.963,961
Gliserol	0	0	196,824
NaOH	285,252	0	28,525
RBDPS	0	1.913,626	9,568
H <sub>2</sub> O	285,252	1,915	287,167
Total	2.486,046		2.486,046

Tabel 2.5 Neraca Massa pada Reaktor B (R-02)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 3B	Arus 5B	Arus 6B
Sodium Stearat	0	0	1.963,961
Gliserol	0	0	196,824
NaOH	285,252	0	28,525
RBDPS	0	1.913,626	9,568
H <sub>2</sub> O	285,252	1,915	287,167
Total	2.486,046		2.486,046

Tabel 2.6 Neraca Massa pada Reaktor C (R-03)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 3C	Arus 5C	Arus 6C
Sodium Stearat	0	0	1.963,961
Gliserol	0	0	196,824
NaOH	285,252	0	28,525
RBDPS	0	1.913,626	9,568
H <sub>2</sub> O	285,252	1,915	287,167
Total	2.486,046		2.486,046

Tabel 2.7 Neraca Massa pada Mixer 02 (M-02)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
NaCl	590,472	0	590,472
H <sub>2</sub> O	18,262	2.343,626	2.361,888
Total	2.952,360		2.952,360

Tabel 2.8 Neraca Massa pada Mixer 03 (M-03)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 9	Arus 6	Arus 10
Sodium Stearat	0	5.891,884	5.891,88
Gliserol	0	590,472	590,47
NaOH	0	85,576	85,58

RBDPS	0	28,704	28,70
NaCl	590,472	0	590,47
H <sub>2</sub> O	2.361,888	861,503	3.223,39
Total	10.410,500		10.410,500

Tabel 2.9 Neraca Massa pada Dekanter (FL-01)

Senyawa	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 12
Sodium Stearat	5.891,884	0	5.891,884
Gliserol	590,472	560,948	29,524
NaOH	85,576	85,405	0,171
RBDPS	28,704	0	28,704
NaCl	590,472	560,948	29,524
H <sub>2</sub> O	3.223,391	2.095,204	1.128,187
Total	10.410,500	10.410,500	

Tabel 2.10 Neraca Massa pada Mixer 04 (M-04)

Senyawa	Input (kg/jam)					Output (kg/jam)
	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 17
Sodium Stearat	5.891,884	0	0	0	0	5.893,181
Gliserol	29,524	0	0	0	0	29,524
NaOH	0,171	0	0	0	0	0,002
RBDPS	28,704	0	0	0	0	28,704
NaCl	29,524	0	0	0	0	29,524
EDTA	0	0	12,222	0	0	12,222
Parfum	0	0	0	61,111	0	61,111
Filler	0	0	0	0	59,889	59,889
Asam stearat	0	1,215	0	0	0	0,012
H <sub>2</sub> O	1.128,187	0	0	0	0	1.128,264
Total	7.242,43					7.242,43

Tabel 2.11 Neraca Massa pada Spray Dryer (DE-01)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)		
	Arus 17	Arus 18	Arus 19	Arus 20	Arus 21
Sodium Stearat	5.893,181	0	0	58,932	5.834,249
Gliserol	29,524	0	0	0,295	29,228
NaOH	0,002	0	0	0.000	0,002
RBDPS	28,704	0	0	0,287	28,417
NaCl	29,524	0	0	0,295	29,228
EDTA	12,222	0	0	0,122	12,100
Parfum	61,111	0	0	0,611	60,500
Filler	59,889	0	0	0,599	59,290
Asam stearat	0,012	0	0	0.000	0,012
H <sub>2</sub> O	1.128,264	0	294,51	8,338	825,413
Udara Kering	0	9.866,023	0	9.866,023	0
Total	17.108,455		17.108.455		

Tabel 2.12 Neraca Massa pada Cylone (H-01)

Senyawa	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 20	Arus 22	Arus 23
Sodium Stearat	58,932	2,947	55,985
Gliserol	0,295	0,015	0,280
RBDPS	0,287	0,014	0,273
NaCl	0,295	0,015	0,280
EDTA	0,122	0,006	0,116
Parfum	0,611	0,031	0,581
Filler	0,599	0,030	0,569
H <sub>2</sub> O	8,338	0,417	7,921
Udara Kering	9.866,023	9.866,023	0
Total	9.935,502	9.935,502	

Tabel 2.13 Neraca Massa pada *Bar Soap Finishing Machine* (B-01)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 21	Arus 23	Arus 24
Sodium Stearat	5.834,249	55,985	5.890,234
Gliserol	29,228	0,280	29,509
NaOH	0,002	0	0,002
RBDPS	28,417	0,273	28,690
NaCl	29,228	0,280	29,509
EDTA	12,100	0,116	12,216
Parfum	60,500	0,581	61,081
Filler	59,290	0,569	59,859
Asam stearat	0,012	0	0,012
H <sub>2</sub> O	825,413	7,921	833,333
Total	6.944,444		6.944,444

Tabel 2.14 Tabel Neraca Massa Total

[illegible]



Tabel 2.14 Tabel Neraca Massa Total (lanjutan)

No	Komponen	Output (kg/jam)			
		Arus 11	Arus 19	Arus 22	Arus 24
1	RBDPS	0	0	0,02	28,70
2	NaOH	85,41	0	0	0,01
3	Sabun	0	0	2,947	5.890,24
4	Gliserol	560,95	0	0,02	29,51
5	H <sub>2</sub> O	2.095,20	294,51	0,417	833,33
6	NaCl	560,47	0	0,02	29,51
7	EDTA	0	0	0,01	12,22
8	Parfum	0	0	0,03	61,11
9	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	0	0,03	59,86
10	Stearic Acid	0	0	0	0,02
11	Udara	0	0	9.866,03	0
	Jumlah	3.302,51	294,51	9.869,50	6.944,44
	Total	20.410,96			

### 2.4.2 Neraca Panas

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Satuan : kJ/jam

Tabel 2.15 Neraca Panas pada Mixer 01 (M-01)

Senyawa	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaOH	9.318,683	0	34.446,631
H <sub>2</sub> O	181,277	17.765,192	66.242,439
Qpelarutan	73.423,917	-	-
Total	100.689,071		100.689,071

Tabel 2.16 Neraca Panas pada Melter 01 (M-05)

Senyawa	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Arus 4	Arus 5
RBDPS	7.913,840	122.972,008
H <sub>2</sub> O	121	1.560,779
Steam	1.216.680,630	-
Qpeleburan	-	1.100.182,205
Total	1.224.714,99	1.224.714,99

Tabel 2.17 Neraca Panas pada Reaktor A (R-01)

Senyawa	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Arus 3A	Arus 5A	Arus 6A
RBDPS	0	40.990,669	13,189
NaOH	40.338,741	0	310,622
Sodium stearat	0	0	159.689,704
Gliserol	0	0	2.347,769
H <sub>2</sub> O	77.474,300	520,259	6.022,328
Qreaksi		-	-240,90
Steam		8.818,740	0
Total	168.142,714		168.142,714

Tabel 2.18 Neraca Panas pada Reaktor B (R-02)

Senyawa	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Arus 3B	Arus 5B	Arus 6B
RBDPS	0	40.990,669	13,189
NaOH	40.338,741	0	310,622
Sodium stearat	0	0	159.689,704
Gliserol	0	0	2.347,769
H <sub>2</sub> O	77.474,300	520,259	6.022,328
Qreaksi		-	-240,90
Steam		8.818,740	0
Total	168.142,714		168.142,714

Tabel 2.19 Neraca Panas pada Reaktor C (R-03)

Senyawa	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Arus 3C	Arus 5C	Arus 6C
RBDPS	0	40.990,669	13,189
NaOH	40.338,741	0	310,622
Sodium stearat	0	0	159.689,704
Gliserol	0	0	2.347,769
H <sub>2</sub> O	77.474,300	520,259	6.022,328
Qreaksi		-	-240,90
Steam		8.818,740	0
Total	168.142,714		168.142,714

Tabel 2.20 Neraca Panas pada Mixer 02 (M-02)

Senyawa	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
NaCl	605,860	0	648,034
H <sub>2</sub> O	382,981	49.149,277	49.532,258
Qpelarutan	42,173		-
Total	50.180,292		50.180,292

Tabel 2.21 Neraca Panas pada Mixer 03 (M-03)

Senyawa	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Arus 6	Arus 9	Arus 10
RBDPS	39,569	0	144,327
NaOH	931,309	0	3.269,805
Sodium stearat	479.069,111	0	300.976,288
Gliserol	7.043,309	0	24.833,657
H <sub>2</sub> O	18.066,985	49.532,258	236.871,0675
NaCl	0	648,034	2.130,783
Q pelarutan	12.894,796		-
Total	568.225,930		568.225,930

Tabel 2.22 Neraca Panas pada Dekanter (FL-01)

Senyawa	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 12
RBDPS	144,327	0	144,327
NaOH	3.269,805	3.263,265	6,539
Sodium stearat	300.976,288	0	300.976,288
Gliserol	24.833,657	23.591,975	1.241,682
H <sub>2</sub> O	236.871,0675	153.966,193	82.904,873
NaCl	2.130,783	2.024,244	106,539
Total	568.225,930	568.225,930	

Tabel 2.23 Neraca Panas pada Mixer 04 (M-04)

Senyawa	Input (kJ/jam)					Output (kJ/jam)
	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 17
RBDPS	144,327	0	0	0	0	227,62
NaOH	6,539	0	0	0	0	0,10
Sodium stearat	300.976,288	0	0	0	0	242.956,70
Gliserol	1.241,682	0	0	0	0	1.910
H <sub>2</sub> O	82.904,876	0	0	0	0	602.267,50
NaCl	106,539	0	0	0	0	163,28
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	0	0	0	480,713	2.583,25
EDTA	0	0	78,478	0	0	633,26
Parfum	0	0	0	544,805	0	4.379,10
<i>Stearic Acid</i>	0	111,985	0	0	0	0,82
Qpelarutan	-	-	-	-	528,729	-
Qnetralisasi	-	-7.277	-	-	-	-
Total	379.847,150					379.847,150



Tabel 2.24 Neraca Panas pada *Spray Dyer* (DE-01)

Senyawa	Input (kJ/jam)		Output(kJ/jam)	
	Arus 17	Arus 18	Arus 20	Arus 21
RBDPS	227,62	0	3,033	300,342
NaOH	0,10	0	0,001	0,129
Sodium stearat	242.956,70	0	1.499,924	148.492,575
Gliserol	1.910	0	24,918	2.466,932
H <sub>2</sub> O	602.267,50	0	1.220,113	120.791,221
NaCl	163,28	0	2,131	210,977
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2.583,25	0	33,590	3.325,493
EDTA	633,26	0	6,831	676,356
Parfum	4.379,10	0	47,252	4.677,955
<i>Stearic Acid</i>	0,82	0	0,008	0,872
Udara	0	943.458,200	297.815,776	0
Qpenguapan		-	647.363,092	
Qhilang		-	94.345,820	
Total	1.323.305,351		1.323.305,351	

Tabel 2.25 Neraca Panas pada *Heater-01* (E-01)

Senyawa	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
	Arus 3	Arus 3
NaOH	34.446,632	121.016,225
H <sub>2</sub> O	66.242,439	232.422,900
Steam	252.750,053	-
Total	353.439,125	353.439,125

Tabel 2.26 Neraca Panas pada Heater-02 (E-02)

Senyawa	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
	Arus 18	Arus 18
Udara	2.988.373,133	3.876.008,717
Steam	887.635,584	-
Total	3.876.008,717	3.876.008,717

Tabel 2.27 Neraca Panas pada Cooler-01 (E-03)

Senyawa	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
	Arus 6	Arus 6
RBDPS	614,852	296,72
NaOH	12.101,67	87,018
Sodium Stearat	18.000,1	934,845
Gliserol	93.587,04	224,768
H <sub>2</sub> O	233.983,61	75,091
Air pendingin	-	314.198,55
Total	358.287,181	358.287,181

**Tabel 2.28 Neraca Panas Total**

[illegible]

Tabel 2.28 Neraca Panas Total (lanjutan)

No	Komponen	Output (kJ/jam)		
		Arus 11	Arus 20	Arus 21
1	RBDPS	0	3,03	300,35
2	NaOH	3.263,27	0	0,13
3	Sabun	0	1.499,92	148.492,58
4	Gliserol	23.591,98	24,92	2.466,93
5	H <sub>2</sub> O	153.966,20	1.220,13	120.791,22
6	NaCl	2.024,25	2,13	210,98
7	EDTA	0	6,83	676,36
8	Parfum	0	47,25	4.677,96
9	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	33,59	3.325,49
10	<i>Stearic Acid</i>	0	0,01	0,87
11	Udara	0	297.815,78	0
12	Qpelarutan	-	-	-
13	Qsteam	-	-	-
14	Qpeleburan	-	1.100.182,21	-
15	Qpenguapan	-	647.363,092	-
16	Qhilang	-	94.345,82	-
17	Qreaksi	-	-722,70	-
18	Qnetralisasi	-	-7.277	-
	Total	-	2.599.993,11	-

## 2.5 *Lay Out* Pabrik dan Peralatan Proses

### 2.5.1 *Lay Out* Pabrik

*Lay out* pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja dari para karyawan serta keselamatan proses.

Pada prarancangan pabrik ini, tata letak dari pabrik dapat dilihat pada Gambar 2.4. Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik ini adalah:

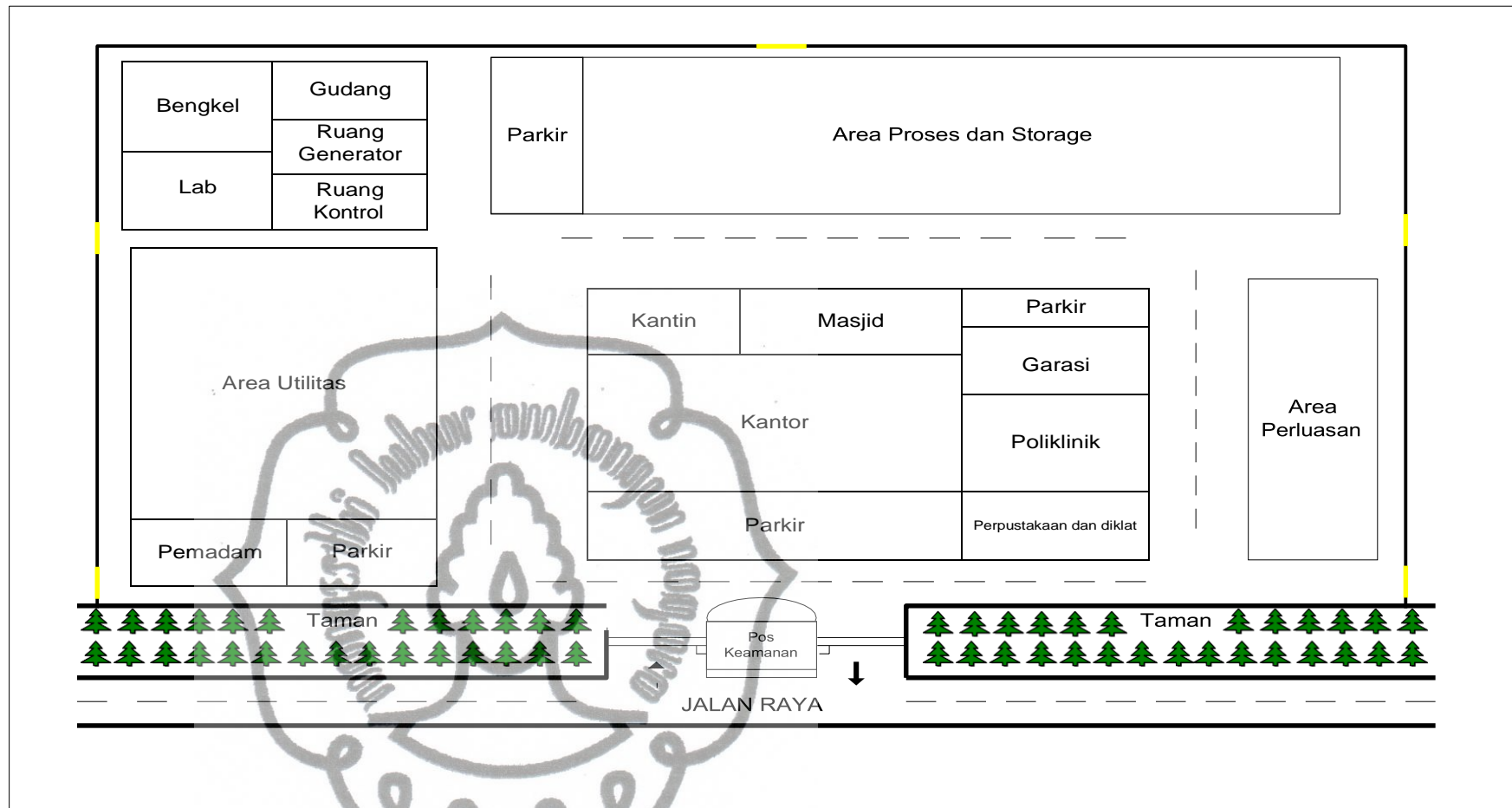
1. Pabrik merupakan pabrik baru (bukan pengembangan) sehingga penentuan *lay out* tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
2. Kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa mendatang.
3. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan *lay out* selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas, bahan yang mudah meledak dan jauh dari asap atau gas beracun.
4. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *outdoor* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *outdoor*.
5. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian pengaturan ruangan/lahan.

Secara garis besar *lay out* dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu:

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol, merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang dijual.
2. Daerah proses, merupakan daerah dimana alat proses diletakkan dan proses berlangsung.
3. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk, merupakan daerah untuk tempat bahan baku dan produk.
4. Daerah gudang, bengkel dan garasi, merupakan daerah yang digunakan untuk menampung bahan-bahan yang diperlukan oleh pabrik dan untuk keperluan perawatan peralatan proses.
5. Daerah utilitas, merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan.

(Vilbrandt, 1959)





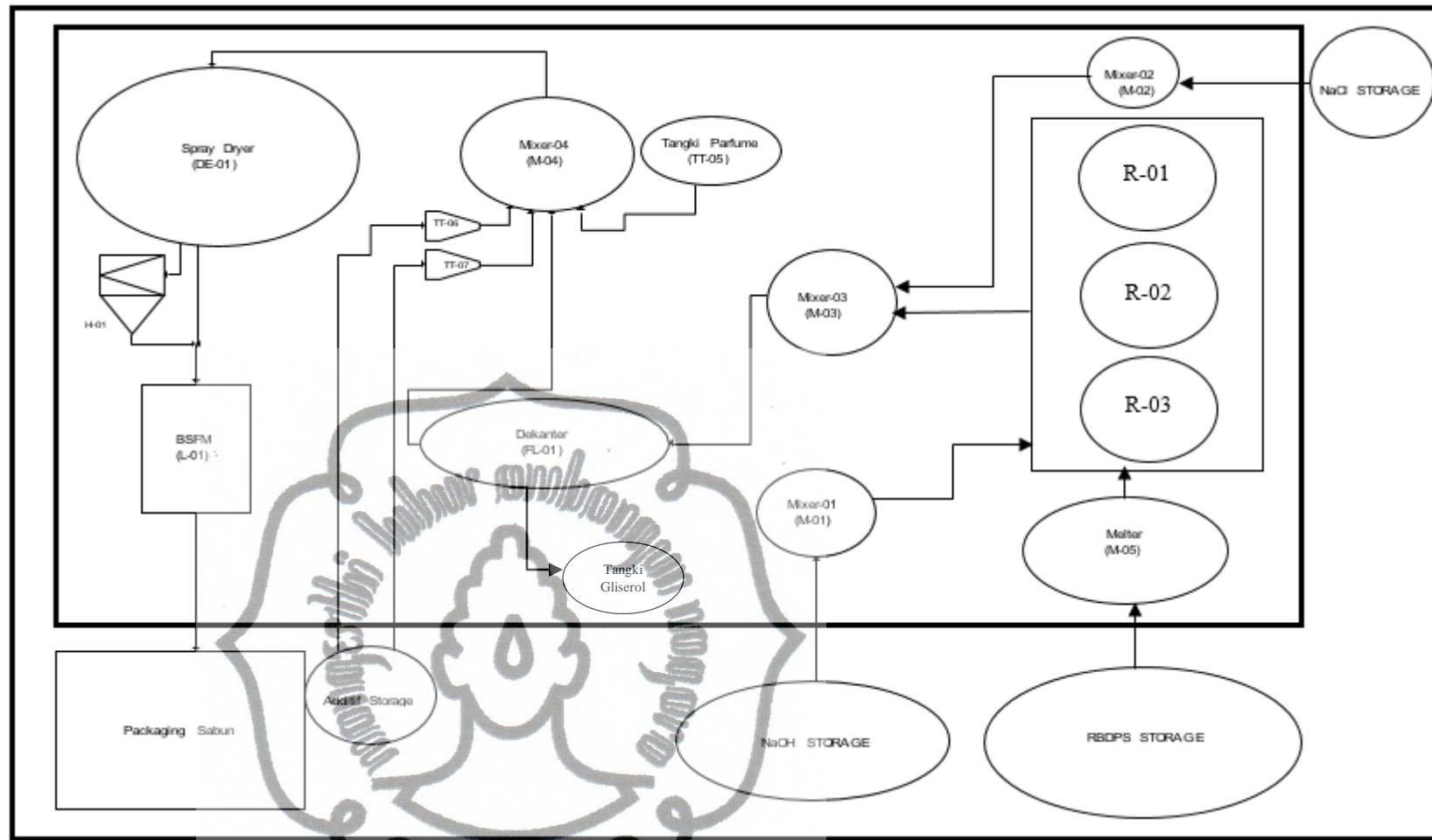
Gambar 2.4 Lay Out Pabrik

### 2.5.2 Lay Out Peralatan Proses

*Lay out* peralatan proses adalah tempat dimana alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak peralatan proses pada prarancangan pabrik ini dapat dilihat pada Gambar 2.5. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pabrik, antara lain:

1. Kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar peralatan proses. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.
2. Penerangan sebuah pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.
3. Lalu lintas manusia, dalam perancangan *lay out* peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya juga diprioritaskan.
4. Pertimbangan ekonomi, dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.
5. Jarak antar alat proses, alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran maka kerusakan dapat diminimalkan.

(Vilbrandt, 1959)



Gambar 2.5 *Lay Out* Peralatan Proses